This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

GIFT OF

GEORGE C. MAHON, Esq.,

TO THE LIBRARY OF THE

UNIVERSITY OF MICHIGAN.

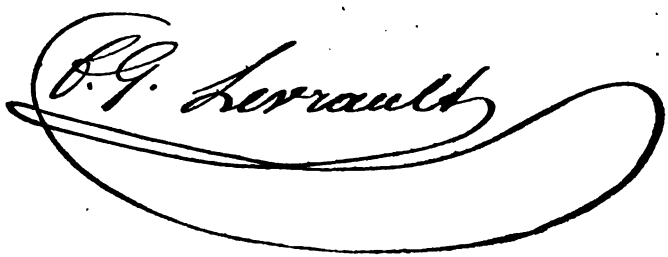
TN
260
.B83

MINÉRALOGIE

APPLIQUÉE

AUX ARTS.

Le nombre d'exemplaires prescrit par la loi a été déposé. Tous les exemplaires portent la signature de l'éditeur.



3371

MINÉRALOGIE

APPLIQUÉE

AUX ARTS,

OU

Histoire des Minéraux qui sont employés dans l'agriculture, l'économie domestique, la médecine; la fabrication des sels, des combustibles et des métaux; l'architecture et la décoration; la peinture et le dessin; les arts mécaniques; la bijouterie et la joaillerie.

OUVRAGE DESTINÉ

AUX

ARTISTES, FABRICANS ET ENTREPRENEURS.

PAR C. P. BRARD,

Ancien Directeur des mines de Servoz en Savoie, l'un des concessionnaires des houillères de la Dordogne.

TOME PREMIER.

PARIS,

Chez F. G. LEVRAULT, rue des Fossés M. le Prince, N.° 33, et rue des Juifs, N.° 33, à STRASBOURG.

1821.

A MONSIEUR

LE VICOMTE HÉRICART FERRAND

DE THURY,

MAÎTRE DES REQUÊTES, INGÉNIEUR EN CHEF AU CORPS ROYAL DES MINES, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES CARRIÈRES SOUS PARIS, OFFICIER DE LA LÉGION-D'HONNEUR, MEMBRE DES SOCIÉTÉS ROYALES D'AGRICULTURE ET D'ENCOURAGEMENT, DE L'ACADÉMIE CELTIQUE, etc., etc.

MONSIEUR,

Les services que vous rendez journellement aux Arts, et l'obligeance avec laquelle vous accueillez ceux qui les cultivent, m'auraient suffisamment engagé à vous prier d'agréer

l'hommage d'un Ouvrage essentiellement consacré à leur avancement, si des motifs d'un tout autre genre, et qui me sont personnels, ne m'en eussent fait un devoir : je veux parler de l'amitié dont vous m'honorez depuis si long-temps, et des bontés dont vous m'avez comblé.

C'est donc à ce double titre que je vous prie de recevoir ce juste tribut de ma reconnaissance, et de la haute considération que vous inspirez à ceux qui sont à même d'apprécier l'étendue et la variété de vos profondes connaissances.

P. BRARD.

INTRODUCTION.

A L'ÉPOQUE où je publiai la première édition de mon *Traité des pierres précieuses*, il n'existait en France aucun ouvrage de minéralogie moderne consacré à l'exposé pur et simple des minéraux utiles aux arts, aux sciences et aux manufactures. D'excellens mémoires étaient disséminés et perdus dans des recueils volumineux; des traités de minéralogie transcendante avaient paru; de bons élémens avaient été rédigés et accueillis par le corps enseignant; mais l'artiste, l'entrepreneur, le fabricant, pouvaient encore chercher en vain un livre entièrement consacré à la partie essentiellement utile de cette branche des sciences naturelles: le moment n'était point favorable; les grandes découvertes de M. Haüy occupaient exclusivement ceux qui cultivaient la science que cet illustre minéralogiste venait d'élever au rang des connaissances exactes; la perfection des analyses chimiques, la découverte d'un grand nombre d'espèces nouvelles et de principes constituans jusqu'alors inconnus, absorbaient tous les esprits, captivaient toutes les idées; on méprisait en quelque sorte les substances les plus utiles, et par cela les plus précieuses, pour ne s'attacher qu'à des atomes; on gravissait les montagnes, on pénétrait dans les mines, sans autre but que celui d'y arracher quelques grains d'un minéral insignifiant, décoré d'un grand nom; tant il est facile d'abuser des meilleures choses, et de tomber dans un travers ridicule en outrant les beautés du modèle.

Les minerais, les combustibles, les matériaux précieux à l'art de bâtir; les marnes, les gypses, ces trésors de l'agriculture, sont à la minéralogie ce que sont les céréales à la botanique; les gemmes en sont les fleurs, et cette foule de minéraux rares et inutiles en sont les cryptogames. Sans doute il faut tout étudier, tout analyser, tout classer; mais doit-on préférer l'étude et la connaissance d'un lichen par cela seul qu'il est rare et qu'il végète tristement sur le roc inaccessible?

Revenu de l'engouement général où tant d'heureuses innovations m'avaient jeté, je crus devoir envisager la science sous un point de vue différent, m'attacher à connaître cette foule de substances minérales que l'agriculture et le commerce réclament journellement, et qui sont souvent négligées ou mal connues par les minéralogistes les plus exercés dans la connaissance des substances qui n'ont d'autre mérite que leur rareté. Je conçus donc alors le plan de l'ouvrage que je publie aujourd'hui; mais encore neuf dans la partie technique des arts dont je me proposais de décrire les matières premières, je ne pus me résoudre à créer une compilation sèche et froide, à répéter servilement ce que j'aurais pu rassembler dans des écrits surannés, et à ne remplir que très-imparfaitement enfin le grand cadre que je m'étais tracé. Je me restreignis donc alors à l'histoire des pierres précieuses et des roches que l'on emploie dans la décoration, ouvrage dont le succès ne peut être attribué qu'au manque absolu d'un meilleur livre sur le même sujet, et qui se trouve incorporé tout entier dans celui-ci

Dix années d'expérience, de voyages, de courses minéralogiques, un long séjour dans les Alpes, des relations fréquentes avec les plus habiles fabricans et avec une foule d'artisans industrieux, une suite d'essais et d'épreuves faits en grand, et tou

jours dirigés sur des matières minérales éminemment utiles, m'ont amené au point où j'ai cru pouvoir commencer à réunir les matériaux de la *Minéralogie appliquée aux arts.*

La science, considérée sous le rapport de son utilité matérielle, se trouve en contact avec tous les arts industriels, puisqu'ils lui empruntent des secours plus ou moins essentiels, et plus ou moins directs; si l'on en pouvait douter, il suffirait de nommer le fer pour prouver toute la justesse de cette assertion. Or, sans vouloir exagérer en rien l'importance de mon travail, et sans chercher à agrandir les difficultés qui étaient attachées à son exécution, je puis dire que les applications des minéraux sont tellement multipliées et tellement variées, qu'il m'a été difficile de tenir un juste milieu entre un traité de minéralogie proprement dite et une espèce d'ouvrage encyclopédique où l'histoire des minéraux aurait été perdue dans l'histoire des arts auxquels on les emploie. A chaque instant je me suis trouvé sur les confins de la chimie et de la métallurgie, et si j'ai cru devoir faire de légères incursions sur leur sol, c'est toujours le sujet lui-même qui m'y a entraîné.

Pouvais-je parler des minerais de fer, par exemple, sans désigner ceux qui étaient plus propres à tel traitement qu'à tel autre? Pouvais-je me dispenser de décrire, au moins en abrégé, ces différens traitemens? Devais-je tronquer brusquement cette partie si importante de leur histoire, sans dire quels étaient les produits des différentes opérations qui composent ces diverses manières de les fondre? et, par conséquent, aurais-je pu me dispenser de parler de la fonte, du fer forgé, de l'acier, qui en sont souvent les produits immédiats?

Lorsque j'ai traité des minerais salins, n'ai-je pas été forcé d'entrer dans quelques détails de chimie, afin de pouvoir dire

pour l'alun, par exemple, quelle était la raison qui forçait les fabricans à ajouter des alkalis à la lessive de la plupart des minerais, tandis que d'autres le produisent sans addition?

Comment aurais-je fait sentir ce qui constitue une bonne pierre meulière, une bonne pierre à aiguiser, si je n'avais pas dit en deux mots en quoi consiste la mouture des grains, et l'art d'aiguiser les armes et les instrumens tranchans en général? Je crois donc ne point être sorti du sujet lorsque je me suis un peu écarté de la minéralogie ordinaire pour entrer dans quelques détails relatifs à l'emploi des minéraux ou à la préparation de leurs produits; j'en ai d'ailleurs retiré l'avantage de faire mention non-seulement de toutes les substances minérales naturelles, mais aussi de toutes les matières préparées par l'art, et qui sont répandues dans le commerce, telles que le laiton, le bronze, l'acier, le fer-blanc, la céruse, le verdet, tous les sels minéraux et toutes les couleurs, en sorte que la table des matières renferme le tableau complet de toutes les substances minérales naturelles ou artificielles dont nous faisons journellement usage.

Je ne crains point que l'on me reproche d'avoir cité les principaux établissemens dans lesquels on traite les minerais salins ou métalliques, et d'avoir cherché à faire valoir ceux dont la France se glorifie, non au détriment des pays voisins, mais par une comparaison juste et impartiale, faite pour éclairer sur cette branche de notre industrie qui tend continuellement à nous affranchir du tribut énorme que nous payions jadis au commerce de l'Angleterre, de l'Allemagne et des Pays-Bas. J'ai cru devoir, pour éloigner toute idée de partialité, appuyer les citations que j'ai faites à ce sujet sur les produits de la mémorable exposition de 1819, auxquels nos rivaux se

sont empressés de rendre la justice éclatante qu'ils commandaient. Cette omission, si j'en eusse été capable, eût été certainement condamnée par tous ceux à qui je destine cet ouvrage.

Il se présentait cependant deux manières de traiter cette minéralogie industrielle :

La première eût consisté à réunir tous les usages de chaque minéral dans un seul et même article ;

La seconde exigeait, au contraire, que l'on répétât l'histoire d'une même substance autant de fois qu'elle avait d'applications importantes.

Le premier plan, plus simple en apparence, paraissait bien préférable au second ; dans l'un on voyait un ensemble, dans l'autre on pouvait craindre des répétitions, une histoire hachée, et la nécessité de sauter d'un volume à l'autre pour acquérir enfin la connaissance complète de tel ou tel minéral ; on voit que je ne me suis point dissimulé les inconvéniens qui peuvent être attachés au plan que j'ai cependant préféré. Je dois donc donner les raisons qui me l'ont fait adopter.

En réunissant tous les usages d'un minéral dans un seul article, j'étais obligé d'adopter un mode descriptif uniforme, de donner à chaque propriété, à chaque caractère l'espèce de valeur conventionnelle que les minéralogistes lui accordent habituellement. Il ne m'était plus permis d'insister plus ou moins sur telle ou telle propriété, suivant qu'elle devenait importante ou indifférente à tel ou tel emploi. Or, ce seul motif suffisait pour que je rejetasse ce premier plan. Il en existait un autre, c'était de me voir forcé à suivre une méthode quelconque ; car je ne pouvais placer les minéraux pêle-mêle, et cette méthode,

telle qu'elle eût été, se serait toujours trouvée morcelée dans toutes ses classes, dans tous ses ordres, dans presque tous ses genres, puisque les minéraux utiles seuls devaient trouver ici leur place.

Non-seulement je n'ai voulu suivre aucune méthode scientifique, mais j'ai même attaché peu d'importance à l'arrangement des matières, je ne l'ai considéré que comme un moyen d'en faciliter la recherche, et non comme une classification.

Les huit divisions que j'ai établies dans cet ouvrage répondent aux huit principaux emplois des minéraux, mais une foule d'autres moins marquans, et qui ne méritaient pas un chapitre séparé, s'y trouvent accolés. Je n'attache aucune importance, je le répète, à ces coupes artificielles; on pourra les trouver plus ou moins heureuses, mais on avouera toujours qu'elles ne peuvent entraîner aucun inconvénient, car il est, je crois, fort indifférent que les pierres meulières soient décrites parmi les minéraux employés dans les arts mécaniques ou parmi ceux que réclame l'économie domestique. Quelques substances ont dû nécessairement se reproduire plusieurs fois, mais avec des applications si opposées que j'ai eu à insister tantôt sur un caractère, tantôt sur un autre; qu'il m'a été facile d'en varier l'histoire; que cela même était indispensable, et qu'il n'y a pas eu véritablement répétition; d'ailleurs ce léger inconvénient, si c'en est un, s'est présenté fort rarement. On conçoit bien, par exemple, que la pierre calcaire, considérée comme pierre à chaux, comme pierre de taille ou d'appareil, ou comme marbre, exige des qualités presque opposées, et que, par cette raison-là même, la description en devient tout-à-fait dif-

férente. Or, cette substance est celle qui s'est offerte le plus grand nombre de fois avec le gypse, le sel et le soufre.

Les savans les plus distingués, les hommes les plus éclairés dans les arts et les manufactures ont été consultés, et ont fortement contribué à la perfection de cette nouvelle minéralogie. J'ai cité avec beaucoup de soin les sources où j'ai puisé, et les personnes qui m'ont si généreusement secondé; mais je dois des remercîmens particuliers à MM. Héricart de Thury, Brongniart, Cordier, ingénieurs en chef au Corps royal des mines, à M. le comte de Bournon, conservateur du cabinet particulier du Roi de France; à M. Gratien Lepere, ingénieur en chef des ponts et chaussées; à M. Arthaud, savant antiquaire et directeur du Musée de Lyon, et à M. Abel Rémusat, à qui l'histoire, les lettres, les sciences et les arts sont également familiers, et qui a eu la bonté de parcourir pour moi l'Encyclopédie chinoise, et d'en traduire tous les passages qui pouvaient m'intéresser. Ici, un sentiment pénible vient attrister le plaisir que j'éprouvais à payer ce juste tribut de ma gratitude: c'est le souvenir de la perte d'un ami respectable et éclairé que la mort nous a ravi, et auquel je dois d'excellens conseils; Faujas, ancien professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle de Paris, l'un des contemporains de Buffon, son disciple et son ami, s'était particulièrement attaché à l'étude des arts industriels, pour laquelle il avait parcouru les points les plus intéressans de la France, de l'Angleterre, de l'Écosse, de l'Autriche, du Tyrol, de la Carinthie, de la Stirie, de la Bohême, de l'Italie, de la Belgique et de la Hollande. J'ai eu l'avantage d'être attaché à ce savant distingué en qualité d'adjoint au Muséum d'histoire naturelle; il m'honorait de son

estime et de son amitié : combien cet ouvrage lui serait redevable si je l'eusse publié sous ses yeux, et s'il m'eût secondé de sa vaste érudition (1) !

(1) Barthélemy Faujas de Saint-Fond, professeur au Muséum d'histoire naturelle, chevalier de la Légion-d'Honneur, membre de la plupart des Sociétés savantes et littéraires, naquit à Montélimart en Dauphiné le 17 mai 1741, et mourut à Saint-Fond, département de la Drôme, le 17 juillet 1819. Sa longue carrière fut consacrée aux sciences naturelles et à la culture des arts industriels. La France lui doit la découverte de ses pouzzolanes, de sa plus belle mine de fer, l'introduction du gaudron minéral, extrait de la houille, et plusieurs autres objets d'utilité première. Parmi ses nombreux ouvrages, on admire encore aujourd'hui ses *Recherches sur les volcans du Velay et du Vivarais*, et son *Histoire de la montagne de Saint-Pierre de Maestricht*, où il figura un grand nombre de corps fossiles ou pétrifiés à une époque où l'ostéologie comparée était encore à naître.

MINÉRALOGIE

APPLIQUÉE AUX ARTS.

PREMIÈRE DIVISION.

MINÉRAUX EMPLOYÉS DANS L'AGRICULTURE.

TERRE VÉGÉTALE.

Il est temps enfin de fixer les idées sur ce que l'on doit entendre en minéralogie par la dénomination vague et générale de *terre végétale*, dont l'étude est si importante, et pour laquelle on a créé le nom de *géonomie*. Pour tracer et circonscrire l'importance du rôle qu'elle joue dans l'acte de la végétation, il devient indispensable de rappeler ici qu'il résulte des expériences et des observations de Hales, d'Ingenhouz, de Senebier, de Coulomb, de Spallanzani, de Desfontaine, de

Saussure fils et de beaucoup d'autres savans, que l'eau, l'air et les gaz, joints à la lumière et à la chaleur, sont les vrais et les seuls principes nutritifs des végétaux; que les feuilles partagent avec les racines les fonctions qui tendent à nourrir et à accroître les plantes; que les racines n'empruntent à la terre que l'eau gazeuse ou acidulée qui forme la sève; que les feuilles soutirent de l'atmosphère l'eau, le carbone et l'azote qui y sont dissous ou mélangés; que le tissu ligneux ou herbacé des plantes et des arbres, que leurs principes extractifs, le sucre, les huiles, les gommes, les résines, etc., se composent ou s'élaborent dans le corps même des végétaux, et qu'il serait absurde de penser qu'ils existent tout formés dans la terre végétale ou dans ses engrais; il faut dire enfin que des graines semées dans le sable le plus pur qu'on puisse imaginer, dans du verre pilé même, et arrosées ensuite avec de l'eau distillée, ont germé, pris tout l'accroissement qui leur était propre, et que ces végétaux se sont couverts de fleurs comme s'ils eussent été cultivés dans une terre végétale ordinaire.

Quelles ont donc été les fonctions du verre pilé dans cette expérience? celles de diviser l'eau, d'empêcher les jeunes racines de se pourrir, de leur servir d'appui, et de maintenir le végétal dans la situation verticale qui est indispensable à son existence. Or, telles sont aussi les seules fonc-

tions de la terre végétale, quand elle est dépourvue des corps étrangers qui lui servent d'engrais; elle n'est que le véhicule de l'humidité, qu'un corps intermédiaire entre les principes nutritifs des végétaux et les végétaux eux-mêmes; aussi toute substance pierreuse ou terreuse pulvérulente, de quelque nature qu'elle soit d'ailleurs, est susceptible de donner naissance à la végétation, pourvu qu'elle soit aidée par des engrais ou par une humidité constante, sans que la nature particulière des végétaux soit changée ou modifiée, au moins sensiblement (1). Il faut donc bien distinguer la *terre végétale* d'avec l'*humus*. Celle-là est le sol primordial; elle appartient essentiellement et exclusivement au règne minéral, tandis que l'humus est un corps étranger, qui est toujours le résultat de la décomposition des matières organisées, végétales ou animales, qui est suscep-

(1) M. de Saussure fils a néanmoins trouvé de fortes différences dans l'analise comparative du *pinus abies*, élevé d'une part dans le granit, et de l'autre dans le calcaire; mais ces différences ne prouvent point, ce me semble, que ce végétal ait emprunté ses principes constituans du sol dans lequel il a vécu; car le savant chimiste a trouvé 15 pour 100 de potasse dans celui qui avait crû sur le sol calcaire, et seulement 3 $\frac{6}{10}$ dans celui des pays granitiques. Or, on sait qu'il n'y a point de potasse dans la pierre calcaire, et que le granit en contient au contraire une forte proportion. (*Cours comp. d'Agr.*, *art.* VÉGÉTATION.)

tible de devenir dissoluble dans l'eau, et de s'identifier avec les végétaux eux-mêmes, ce que ne fait jamais la terre végétale, dont le rôle est toujours mécanique et passif. Enfin ce qu'on entend communément sous la dénomination de *limon*, est la réunion d'une terre végétale quelconque avec une proportion plus ou moins forte d'humus, le tout transporté et déposé par les eaux.

DES DIFFÉRENTES TERRES VÉGÉTALES

SOUS LE RAPPORT MINÉRALOGIQUE.

Les terres végétales sont aussi variées que les terrains qu'elles recouvrent ; et en les considérant sous le rapport minéralogique, on peut les diviser en cinq groupes, en les désignant par la substance qui prédomine dans la composition de chacun d'eux de la manière suivante :

1. Les terres végétales siliceuses.
2. Les terres végétales calcaires.
3. Les terres végétales granitiques.
4. Les terres végétales volcaniques.
5. Les terres végétales argileuses.

1. DES TERRES VÉGÉTALES SILICEUSES.

Les sables fins et siliceux qui couvrent les grands déserts de l'Afrique, sont le type des terres végétales qui composent le premier groupe ; leur mobilité excessive, qui permet aux vents de les transporter au loin, et leur sécheresse extrême, en repousse toute espèce de végétation ; mais le plus léger filet d'eau, la plus faible humidité, si elle est constante, suffit pour les rendre, à la longue, fertiles et favorables à la culture. Les oasis, qui forment au milieu du désert des espèces d'îles couvertes de la végétation la plus vigoureuse et la plus active, ne doivent leur existence qu'à la présence de quelques sources ou de quelques infiltrations.

Le sable siliceux, rarement aussi pur, aussi stérile qu'en Afrique, forme, dans beaucoup de contrées, la base du sol cultivé ou des terres agraires. Sa nature pulvérulente et mobile se refuse pendant long-temps à la conservation de l'humidité produite par les pluies ; et comme il est ordinairement blanc ou blanchâtre, il s'échauffe assez difficilement dans nos climats, parce qu'il absorbe peu de rayons solaires, et qu'il les reflète presque tous. Le sol de la forêt de Fontainebleau, des hauteurs qui entourent Paris, celui de nos landes, où la bruyère domine, et qui sont des Steppes en miniatures, sont presque entiè-

rement composés de sable siliceux blanc, mélangé d'une légère dose d'humus ; examiné à la loupe, chaque grain de ce sable est un fragment irrégulier de quartz, souvent limpide et vitreux.

Lorsque l'humus est mélangé à ce sable en quantité notable, et qu'il provient du détritus des feuilles seulement, il prend le nom de *terreau de bruyère*, parce qu'il se trouve plus particulièrement dans les cantons où cette plante croît en abondance.

La terre végétale sablonneuse, qui porte aussi le nom de terre légère, est d'un labour facile et peu coûteux ; elle est particulièrement propre à la culture du seigle et des racines, telles que les navets, les betteraves, les pommes de terre, etc., non parce qu'elle est presque entièrement composée de silice pure, mais parce qu'elle est susceptible de se tasser à mesure que ces racines se développent, et qu'elle ne contient point de cailloux capables de gêner leur accroissement, ainsi que cela arrive dans les terres excessivement pierreuses ou très-entières : cette terre enfin est celle qui est le plus propre au jardinage. Quant aux terres graveleuses, qui ne diffèrent réellement des terres sablonneuses que par la grosseur et l'inégalité de leurs élémens siliceux, et par l'addition d'une certaine quantité d'argile ferrugineuse ; elles appartiennent, pour

la plupart, à cette division, et deviennent très-productives lorsqu'on peut les arroser fréquemment et avec abondance. Telles sont les plaines de Vaugirard, de Clichy, de Beson près Paris, et le sol des bois de Boulogne, de Vincennes, etc.

Enfin les galets, qui sont souvent quartzeux, mais dont la grosseur dépasse toujours celle des graviers, sont quelquefois assez fertiles, parce qu'ils sont entremêlés d'argile sablonneuse : la culture du trèfle y réussit parfaitement.

2. DES TERRES VÉGÉTALES CALCAIRES.

Ces terres diffèrent des précédentes non-seulement par leur nature, mais aussi par leurs propriétés physiques. Les sables calcaires sont rarement aussi fins et d'un grain aussi égal que les sables siliceux; ils sont aussi moins secs, et les vents n'ont aucune prise sur eux. Ces sables purs sont assez rares, et ne constituent pas même le sol de très-vastes contrées. La partie pauvre de la Champagne, dont le sol est généralement calcaire, paraît plutôt composée de pierres concassées que de sable. Il existe cependant de véritables sables calcaires, et quelques-uns sont même entièrement composés de coquilles ou de fragmens de coquilles à l'état fossile. (*Voy.* Faluns.) Ils retiennent beaucoup mieux l'humidité que le sable siliceux, et leur aridité n'est jamais aussi complète, surtout quand ils reposent sur des bancs

d'argile peu éloignés, qui, en arrêtant les eaux pluviales, protégent les plantes qui croissent au-dessus d'eux. Dans ce cas seulement, ces terrains calcaires sont très-susceptibles d'améliorations agricoles; autrement ils sont voués à une stérilité complète, dont il est bien difficile de les arracher. Les racines et les céréales ne réussissent pas très-bien dans cette terre, mais la vigne y végète avec vigueur; une partie des vignobles de la Bourgogne, et presque tous ceux de la côte du Rhône, sont plantés dans un sol calcaire, réduit en fragmens plats et angulaires, dont la grosseur varie depuis le volume d'une amande jusqu'à celui d'un tuileau, et qui a été concassé ainsi de main d'homme dans plusieurs cantons, particulièrement entre Vienne et Valence, sur la rive droite du fleuve (Rosier).

On est étonné, en n'apercevant aucune trace de ce que nous nommons habituellement *terre*, de trouver des vignes aussi vigoureuses et aussi productives que celles des bords du Rhône; on peut en dire autant de celles de la province du Querci, près Cahors (Lot), où ce genre de sol est commun sur les montagnes, et y porte le nom vulgaire de *cosse*.

3. DES TERRES VÉGÉTALES GRANITIQUES.

On peut ranger dans cette division toutes les terres végétales sablonneuses ou graveleuses qui

présentent une infinité de petites paillettes brillantes que l'on nomme *mica*.

Ces terres, qui ne sont jamais fort éloignées des roches ou des montagnes granitiques, dont elles sont les détritus, se labourent avec facilité, mais ont généralement peu de profondeur. Elles conservent assez bien l'humidité des pluies et des arrosages, et sont rarement aussi stériles que les deux espèces précédentes; bien entendu que je ne parle ici que de la terre non cultivée, puisqu'on a vu plus haut que toute substance meuble est susceptible de devenir fertile, par l'addition de l'eau et des engrais. Nous y reviendrons d'ailleurs en parlant des terres végétales stériles, et des moyens artificiels d'y établir la végétation.

Les environs d'Autun et ceux de Limoges fournissent de nombreux exemples de ces terres micacées, dans lesquelles le froment ne réussit que médiocrement, et qui sont beaucoup plus propres à la culture du seigle, de l'épeautre, des turneps, et à la plantation des arbres. (Bosc.)

Les terres schisteuses, qui sont composées d'une multitude de petits éclats de ces pierres feuilletées, et qui avoisinent toujours les terrains granitiques, sont peu fertiles, mais assez précoces, en raison de leur couleur noire ou rembrunie, qui leur permet de s'échauffer et d'activer la végétation. Dans les mois d'été cette faculté devient nuisible, parce qu'elle dessèche les plantes, en

leur communiquant une chaleur trop active ; peut-être encore la présence de la magnésie, qui est assez commune dans ces pierres feuilletées, contribue-t-elle aussi à leur peu de fertilité.

Les schistes des pays de charbon de terre se décomposent ordinairement par le contact de l'air, et deviennent un amendement très-actif, qui est connu des cultivateurs sous le nom de pierre à vigne ou d'ampelite. (*Voyez* Cendres végétatives.).

4. DES TERRES VÉGÉTALES VOLCANIQUES.

Les terres volcaniques sont les produits des feux souterrains ; on les trouve sur la croupe, à la base des volcans brûlans, et dans toutes les contrées qui ont été ravagées par ces grands phénomènes. Tout le monde sait qu'il existe un nombre infini de volcans éteints dont l'existence est incontestable, puisque leurs débris, leurs anciens produits sont semblables à ceux du Vésuve, de l'Etna, et de tous les volcans qui sont encore en feu.

Les laves ou les pierres fondues qui s'écoulent de la bouche des volcans, ou qui se font jour à travers leurs flancs, sont généralement susceptibles, à la longue, de produire à leur surface une couche friable brune ou rougeâtre, dont la fertilité est excessive. Cette terre volcanique, qui est toujours d'une teinte sombre et rembrunie,

qui contient beaucoup de fer, absorbe les rayons solaires, devient brûlante à sa surface, et s'échauffe assez sensiblement à la profondeur de quelques pouces. Son épaisseur va toujours en augmentant, à mesure que la décomposition fait des progrès ; mais, le plus ordinairement, cette altération est si lente et si peu sensible, qu'il faut des années, et souvent des siècles, pour que la surface d'un courant de lave se change en terre végétale. Ce sont donc les sables volcaniques qui sont projetés au loin par le cratère de ces montagnes embrasées, et qui couvrent les campagnes d'une couche meuble et aride pour l'instant, qui se change promptement, et quelquefois dès l'année suivante, en une terre fertile et agraire, qui paie amplement les ravages que sa chute a causés. La campagne de Naples, l'Archipel grec, le pourtour énorme de l'Etna, les îles Fortunées, celle de Bourbon ; notre Limagne enfin, sont de beaux exemples de fertilité, qui sont tous dus à la terre végétale volcanique ; et c'est cette abondance extraordinaire qui fait affronter aux cultivateurs le dangereux voisinage des volcans qui sont en pleine activité.

Les terres volcaniques passent avec le temps, et lorsque les circonstances sont favorables, à l'état argileux ; mais le plus ordinairement elles sont sablonneuses, graveleuses, et contiennent une grande quantité de grains ferrugineux, qui

s'attachent à l'aimant. Doit-on attribuer la fertilité remarquable des terres végétales volcaniques à leur couleur, qui absorbe puissamment les rayons du soleil, et à leur propriété de retenir fortement l'humidité dans la multitude infinie de leurs pores ; ou bien à leurs principes constituans, qui agiraient sur l'humus de manière à le rendre très-promptement soluble dans l'eau, et capable de servir alors à la nutrition des végétaux? C'est encore une question à résoudre.

5. DES TERRES VÉGÉTALES ARGILEUSES.

Les terres qui sont connues des cultivateurs sous les noms de terres fortes, de terres franches, de terres à blé, de terres entières, de terres grasses, etc., sont éminemment argileuses ; leur couleur est d'un jaune brun ou d'un rouge sombre ; elles se délaient ordinairement dans l'eau, s'y réduisent en pâte tenace, sont susceptibles de se mouler en briques, en tuiles, et de se tourner en vases communs. Le labourage en est pénible, il exige un nombreux attelage ; et comme elle retient l'eau pluviale beaucoup trop long-temps à sa surface, on est dans l'usage de sillonner profondément, afin d'attirer l'eau dans les creux, et de ne semer que sur les parties saillantes.

Dans les grandes chaleurs les terres argileuses se dessèchent à leur surface, deviennent excessivement dures, prennent beaucoup de retrait, se

fendent profondément, et donnent passage à l'air échauffé, qui dessèche et déchire le chevelu des racines. Les terres argileuses sont susceptibles de très-grandes amélioriations agricoles; et quand elles sont bien préparées par les amendemens et par les engrais, elles deviennent très-favorables à la culture du froment et à celle de toutes les céréales; ce sont enfin les terres agraires par excellence. Elles constituent le sol des grandes plaines de la Beauce, de la Basse-Normandie, et particulièrement celui de la fameuse vallée d'Auge, qui est célèbre par ses gras pâturages. Leur consistance exige qu'on les rompe par l'addition des marnes calcaires et même des galets, ou bien encore par l'écobuage, opération par laquelle on grille sur place une certaine quantité de terre, de manière à la rendre incapable de faire de nouveau pâte avec l'eau, ce qui fait rentrer cette terre cuite dans la série des amendemens qui n'agissent que mécaniquement. (*Voy.* marnes et sables.)

Jamais les terres végétales argileuses ne sont tout-à-fait pures; elles sont toujours alliées à une forte dose de sable, et s'il en était autrement, leur excessive ténacité s'opposerait à toute végétation; elles contiennent ordinairement aussi une assez grande quantité de terre calcaire. Enfin elles sont souvent colorées en jaune ou en rouge par de l'oxide de fer, et j'ai remarqué que celles qui

sont d'un rouge d'ocre sont moins fertiles que celles qui sont jaunes.

L'onguent de saint Fiacre, qui s'applique sur les blessures des arbres et sur les greffes en fentes, est composé d'un mélange de cette terre argileuse, de crottin de cheval ou de bouse de vache.

SITUATION GÉOLOGIQUE

DES TERRES VÉGÉTALES EN GÉNÉRAL.

Une partie de nos terres végétales sont des produits de transport; elles ont été charriées par les mêmes eaux qui ont apporté cette quantité énorme de cailloux roulés, dont on trouve des dépôts sur tous les points du globe; mais ces terres, en raison de leur finesse et de leur légèreté, sont restées plus long-temps en suspension, et ne se sont déposées qu'à la longue; aussi les trouve-t-on toujours à la surface, et jamais à de grandes profondeurs. Cette origine diluvienne ne convient point à toutes les terres sablonneuses et à toutes les terres argileuses, car, dans l'une et l'autre espèce, il en est qui se sont formées sur place. Ainsi l'on peut regarder les sables siliceux du grand désert de *Zaara*, comme étant le produit d'une cristallisation qui se serait faite par précipitation, et sur place, à la manière de cer-

tains sels (1); leur grande pureté et les grès qui se trouvent aux environs, semblent appuyer cette opinion; elle me paraît au moins plus vraisemblable que celle qui les rangerait parmi les produits des alluvions; car, comment concevoir en effet, que cette masse immense de sable fin qui constitue la plus grande partie du sol de l'Afrique, ait été transportée sans se mêler à aucun autre corps étranger, tandis que cela est arrivé ainsi à presque toutes les terres agraires, qui sont toujours composées de chaux, de sable et d'argile en diverses proportions; comment admettre que tout ce sable, qui est à peu près d'une finesse égale, soit le produit de l'abaissement ou de la destruction de montagnes préexistantes? Nous ne connaissons cette substance dans les montagnes qu'en filons et en grains disséminés dans les roches.

Quelques terres argileuses qui sont le produit de la décomposition de certaines roches, et particulièrement des pierres argilo-calcaires, des schistes et des produits volcaniques, existent encore à la place où elles se sont formées; et pour les distinguer des terres végétales de transport, je les nomme *terres locales*. Quelques grès gros-

(1) MM. Voigt et d'Aubuisson ont émis cette opinion par rapport à l'origine de certains grès modernes. *Journal des Mines*, septembre 1815.

siers et peu solides, certains granits ou roches analogues, sont susceptibles de se désaggréger, de perdre leur dureté, et de donner naissance, à la longue, à une couche meuble et friable, qui devient propre à la culture par la simple addition des engrais; et l'on peut en dire autant des terres végétales volcaniques, qui sont devenues telles sans changer de place.

Les plaines et le fond des vallées sont les lieux où la terre végétale s'est plus particulièrement assemblée; et celle qui se trouve sur la pente des montagnes et des collines, tend toujours à descendre et à s'y réunir; aussi est-on obligé d'élever des terrasses, de creuser des tranchées pour l'y retenir plus long-temps; et dans certaines parties des Alpes, où les revers cultivés sont excessivement rapides, les cultivateurs sont assujettis à reporter tous les ans une certaine quantité de terre du bas de leur champ vers le haut, afin de compenser en partie l'effet des eaux pluviales, qui les entraîne journellement.

La terre végétale des vallées étroites paraît avoir été formée aux dépens des montagnes qui les bordent, tandis que celle des grandes plaines paraît être d'une origine étrangère. Les terres agraires n'existent sur les hautes montagnes que par lambeaux épars, et seulement sur les places qui offrent quelques assises, car toutes les pentes verticales en sont nécessairement privées. On

pourrait peut-être objecter que c'est sur ces parties déclives des Pyrénées, des Alpes et de l'Apennin, qu'existent ces vastes forêts d'arbres verts, qui s'élèvent à des hauteurs prodigieuses, et qui atteignent un diamètre énorme; mais ceux qui ont voyagé dans ces régions élevées, se rappelleront sans doute que les racines des pins et des melèzes n'y pivotent point, qu'elles rampent à la surface de la roche nue, et qu'elles ne pénètrent dans le sol qu'à travers les fentes ou les fractures de ces montagnes antiques: aussi les grandes avalanches entraînent-elles toujours avec elles, les arbres, leurs racines, et les quartiers de rochers autour desquels ils s'étaient cramponnés.

Tous les naturalistes considèrent le transport des terres végétales comme l'une des dernières catastrophes du globe, et tout porte à croire que cet événement n'est pas très-ancien. Il est vrai que ces substances meubles et propres à la culture n'ont point été apportées toutes à la fois; car il n'est pas probable que les attérissemens de la Sibérie, qui renferment tant de débris de rhinocéros et d'éléphans, aient été déposés dans le même temps que les terres agraires de la Beauce; on pourrait donc peut-être, à la rigueur, distinguer, dans les terres végétales de transport, quelques-unes des époques où elles ont été déposées, et dont l'antiquité relative ne

manquerait pas d'offrir beaucoup d'intérêt. Mais il ne s'agit point ici de discussions géologiques ; je me contenterai de faire remarquer qu'il devait exister aussi une couche de terre végétale à la surface de l'ancien monde, puisque les charbons de terre, les amas de bois pétrifiés et toutes les plantes dont nous trouvons les empreintes, sont les débris des forêts qui ombragèrent sa surface, qui parfumèrent l'air, et qui nourrirent les grands animaux dont nous trouvons aussi les ossemens épars et pétrifiés.

J'ai partagé les terres végétales en cinq groupes, et j'ai cité les types ou les exemples de chacun d'eux pris parmi celles qui sont le plus connues en Europe ou ailleurs. Mais on doit penser que toutes les terres de transport sont loin d'être parfaitement sablonneuses ou complétement argileuses ; qu'il existe au contraire une foule de terres mixtes qu'il serait difficile de classer rigoureusement, et que la difficulté augmente encore quand ce sont des terres dont la culture remonte à plusieurs siècles. Heureusement qu'il ne peut résulter aucun inconvénient grave de cette incertitude, et que la pratique et l'expérience sont là pour indiquer au cultivateur s'il doit traiter le sol qu'il laboure comme une terre légère, ou comme une terre argileuse et forte. (*Voy.* Marnes.)

DU TRANSPORT ACTUEL

DES TERRES VÉGÉTALES, OU DES LIMONS.

Les eaux pluviales, en tombant périodiquement sur les hautes montagnes, entraînent avec elles les portions de terres végétales qui s'y forment continuellement par la décomposition lente et continue de la surface des roches, par les substances végétales et animales qui s'y mêlent, et qui sont les détritus et les débris des plantes, des insectes, qui naissent et meurent à chaque instant sur ces lieux élevés et solitaires.

Ces eaux s'assemblent dans des ravins profonds, se changent en torrens, en avalaisons, roulent et pulvérisent toutes les pierres qui encombrent leur lit, et arrivent au fond des vallées sous la forme de ruisseaux bourbeux; là, une pente moins rapide, un plus large espace, leur embouchure dans une rivière, ralentissent leur vitesse, et permettent à ces eaux fangeuses de déposer le limon fertile dont elles sont surchargées. Des millions de ces ruisseaux subalternes apportent ainsi tous les ans cette espèce de tribut des montagnes; les fleuves s'en emparent, les transportent au loin, les déposent sur les vallées qu'ils inondent, ou vont les engloutir dans l'abîme des mers.

Cette marche constante, admirable et simple

à la fois, qui augmente ou répare le domaine de la culture aux dépens des régions désertes, n'est parfaitement sensible que dans les pays très-montagneux et inhabités; car dans les contrées où les collines sont cultivées jusqu'à leur sommet, la nature est contrariée dans sa marche, puisqu'on s'efforce de retenir les terres qu'elle entraînerait dans les vallées, si elle était abandonnée à elle-même seulement pendant plusieurs années.

Peut-on songer à ces transports périodiques, sans reporter ses idées aux rives du Nil, dans cette longue et célèbre vallée de la haute Égypte et sur les vastes attérissemens du Delta? Cette inondation tant desirée, ce limon fertile, ce Nilomètre, ce Lotus épanoui, symbole de l'abondance, ces mystères religieux du plus ancien des peuples, tout se rattache à ce phénomène bien simple en lui-même : le débordement d'un grand fleuve, à la suite des pluies qui tombent à ses sources.

Le limon du Nil, ou la terre végétale qu'il transporte, est composé, d'après Dolomieu, de plus de moitié en volume de sable siliceux, pareil à celui du désert (1). Mais plus il s'éloigne du bord du fleuve et moins il en contient,

(1) *De la Constitution du sol de l'Égypte*, par Déodat de Dolomieu.

parce que l'eau le dépose de plus en plus à mesure qu'elle est moins agitée par la force du courant ; c'est alors l'argile qui entre pour moitié dans sa composition, la terre calcaire pour un quart, et le reste n'est qu'un oxide de fer combiné avec quelques sels. Dolomieu, qui ne partage point l'avis des voyageurs et des historiens, qui veulent que tout le sol de l'Égypte soit un *présent du Nil*, accorde cependant à ses attérissemens environ mille lieues carrées; et quelque considérable que ce grand depôt de terre végétale puisse paraître, il n'est rien en comparaison de ceux qui sont produits par les grands fleuves du Nouveau-Monde, dont les débordemens sont constans et périodiques comme ceux du Nil. Les fleuves, qui sont aujourd'hui les grands moyens de transport des terres végétales, les déposent sur les plaines qui les bordent s'ils sont assujettis à des crues annuelles, ou les charrient jusqu'à leur embouchure s'ils sont encaissés dans leur cours ; là il se forme de vastes attérissemens, des terrains excessivement fertiles, qui s'exhaussent continuellement au-dessus du niveau de la mer, et qui la repoussent tous les jours davantage de son ancienne côte littorale. Telles sont les embouchures du Mississipi, au fond du golfe du Mexique ; celles des fleuves de la Plata et des Amazones, au Brésil ; celles de l'Orénoque, du Gange, de l'Euphrate, de la

Néva, du Pô; du Nil, qui a formé le Delta; du Rhône, qui a donné naissance à la Camargue; du Rhin, de la Meuse, de l'Escaut, qui se confondent dans une multitude d'embouchures, et qui ont formé cette infinité d'îles et d'attérismens sur lesquels la Hollande s'est miraculeusement affermie. Voilà quels sont les grands dépôts de la terre végétale, qui se forme continuellement par les détritus et l'altération des substances pierreuses, et qui se trouve naturellement engraissée par les débris des végetaux et des animaux qui meurent à la surface des continens. Un jour peut-être, toutes ces substances pulvérulentes et préparées à la culture, seront tirées de ces vastes entrepôts par quelque grande révolution, et viendront fertiliser les contrées appauvries et celles qui sont livrées aujourd'hui à la stérilité la plus complète.

DES ATTÉRISSEMENS ARTIFICIELS.

Le sable ou le gravier que les torrens entraînent avec eux dans les momens où leurs eaux sont gonflées par les orages ou les longues averses, est quelquefois mis à profit par les habitans des vallées, pour exhausser les terrains marécageux, pour combler des étangs fiévreux, dont le desséchement serait impossible par les moyens ordinaires.

On ne connaît point assez en ce genre les

beaux travaux du cardinal *Buon Compagni*, qui parvint à combler les lacs et les marais immenses qui s'étaient formés aux environs de Boulogne, et qui menaçaient d'envahir cette belle partie de l'Italie.

Écoutons Dolomieu (1); l'importance du sujet excusera cette digression, qui n'est pas précisément du ressort de la minéralogie :

« Le cardinal, après avoir observé que le Rheno et les autres rivières qui descendent de l'Apennin, traversent des collines de sable et d'argile, qu'elles respectent dans leur cours ordinaire, mais qu'elles dégradent avec beaucoup d'activité, lorsque les pluies augmentent l'abondance de leurs eaux, se détermina dans le choix d'une nouvelle manière d'opérer. Il imagina d'employer les matières que ces rivières entraînaient, au comblement des lieux submergés et à la création d'un nouveau sol. Il fit entourer de digues assez élevées, les lacs marécageux les plus importans à dessécher, afin de pouvoir y rassembler une beaucoup plus grande quantité d'eau, et l'y contenir tout le temps nécessaire à la précipitation. Il força ensuite le Rheno et les autres rivières à porter leurs limons dans ces espaces préparés pour en recevoir le dépôt.

(1) *Mémoire sur la Constitution du sol de l'Égypte.*

»En peu d'années, l'on vit avec étonnement que non-seulement la concavité des lacs avait disparu, mais qu'un sol parfaitement horizontal s'élevait, comme un vaste plateau, presqu'à la hauteur des digues, et dominait toutes les plaines environnantes. Ces opérations, poussées de proche en proche partout où le besoin était urgent, ont rétabli un niveau tel qu'on n'a pu trouver une pente suffisante pour conduire les eaux à la mer. Je ne dois point oublier de dire que les matières charriées par chacune de ces rivières qui aboutissent dans ces marais, n'étaient pas exactement semblables ; les unes portaient un sable stérile, les autres un limon très-fertile. On n'a pas cru devoir négliger cette circonstance ; on a donc commencé, autant qu'on l'a pu, le comblement par l'introduction des eaux qui entraînent des sables, dont les dépôts sont plus prompts et plus abondans, en réservant les eaux limoneuses pour couvrir l'attérissement presque achevé par une couche de terre plus convenable à la végétation. La construction des digues, leur nombre, leur immense étendue, les canaux souterrains et autres, les ponts, les écluses, et en général tous les détails de cette vaste opération, excitent la surprise et entraînent l'admiration : cet ensemble présente au voyageur éclairé ce que l'industrie humaine a imaginé de plus ingénieux pour subjuguer un élément dévastateur. »

On met en pratique une méthode analogue à celle-ci, mais beaucoup plus en petit, dans plusieurs vallées des Alpes où la terre végétale est précieuse. Vers la partie supérieure du cours de l'*Arve*, au bourg de *Chamouny*, aux villages d'*Argentières*, du *Tour* et des *Pras*, on fait entrer les eaux de l'*Arve* et de l'*Arveyron* dans des espèces de petites anses ou sur des bas-fonds; on les y fait séjourner de manière à ce qu'elles aient le temps de déposer le sable stérile qu'elles entraînent, et qui ne contient pas la plus petite trace d'humus. Ce détritus des granits du Mont-Blanc, mélangé d'engrais, devient bientôt d'une fertilité remarquable, et produit des pommes de terre d'un goût parfait, qui forment la base et presque la seule nourriture des habitans de cette charmante vallée.

FORMATION DE LA TERRE VÉGÉTALE

SUR LES ILES NOUVELLEMENT SORTIES DU SEIN DES MERS.

Une partie des îles de l'Archipel océanique ont été formées par l'accumulation des coraux et des madrépores dont la mer du Sud est encombrée. Ces matières calcaires, qui ne sont que la demeure d'une infinité de petits animaux microscopiques, s'attachent au fond de la mer, et finissent par en atteindre et en dépasser la surface. Tous les jours les passes deviennent plus

étroites et plus pernicieuses pour les navigateurs; tous les jours les écueils et les récifs se multiplient à l'entour des îles ; leurs contours s'agrandissent, se joignent, et deviennent eux-mêmes la base de nouvelles îles (1). Dès l'instant où ces accumulations de madrépores se montrent au-dessus des flots, elles servent de retraite à une foule d'oiseaux marins, qui y passent les nuits, et y accumulent les restes et les débris de leurs proies. Le sable, les coquilles mortes, les fucus, s'y arrêtent ; les phoques s'en emparent à leur tour, le sol s'élève ; quelques graines y sont apportées, ou par les flots, ou par les vents ; elles y germent ; les lichens paraissent, et bientôt il se forme une première couche de terre végétale, composée de sable marin, de coquilles mortes, et fertilisée par des matières animales en putréfaction.

Les îles de *Salomon*, de la *Nouvelle-Calédonie*, les îles *Pelew*, les îles *Basses*, près celles de *Pâques*, sont entourées d'une ceinture de corail ou de madrépores, et plusieurs d'entre elles en sont entièrement formées. L'île de *Tongatabou* qui fait partie du groupe de celles des *Amis*, repose sur un rocher de cette nature qui perce même dans beaucoup d'endroits, et s'é-

(1) Voyez Péron, *Voyages aux Terres Australes* ; Labillardière, *Voyage à la recherche de La Peyrouse ;* Cook, et beaucoup d'autres savans voyageurs.

lance au-dessus de la couche du terreau, qui est déjà fort épaisse, et sur laquelle les plantes et les arbres croissent avec une grande vigueur.

On voit que dans ce genre particulier de production de terre végétale, il y a réellement création de toutes pièces; car on ne peut nullement le considérer comme étant un produit d'alluvions, analogue à ceux des attérissemens et des limons des fleuves.

DES MOYENS DE FERTILISER EN GRAND

LES TERRES VÉGÉTALES STÉRILES.

Toute substance minérale pulvérulente, je le répète encore, est susceptible de se changer en terre végétale fertile, par l'addition des engrais et l'entretien d'une humidité convenable; et toute terre végétale est susceptible de se changer en terre agraire labourable, par l'emploi de tel ou tel amendement; car il ne faut pas confondre les engrais avec les amendemens: les premiers sont tirés des matières végétales ou animales, produisent des gaz essentiels à la végétation, en passant d'abord à l'état d'humus; les seconds sont des labours, des façons, des binages ou des substances minérales, destinées à préparer la terre et les engrais, de telle sorte que les racines ou leur chevelu puissent facilement absorber les gaz qui doivent servir à

l'accroissement des végétaux ou des récoltes. (*Voy.* Marnes). Il n'est donc point de terrain qu'on ne puisse arracher à la stérilité, si l'on pouvait y répandre la dose d'engrais qu'il réclame ; mais il existe des contrées situées d'une manière si peu favorable, qui exigeraient de si grandes avances, une si longue attente, qu'on est forcé de les abandonner, quoiqu'à regret, au moins jusqu'à ce qu'on ait découvert quelques grands moyens de les fertiliser. Dans l'état actuel de nos connaissances, lorsqu'on veut enfin établir le bienfait de la végétation dans une terre absolument stérile, on a recours à la plantation des arbres qui produisent beaucoup de feuilles ; on les cultive avec un soin particulier pendant les premières années de leur croissance, on les arrose souvent, et lorsqu'on est parvenu à établir ainsi quelques points de végétation, la nature seule accomplit l'œuvre : le feuillage augmente, procure de l'ombre, il fixe l'humidité sur le sol en tombant chaque année ; les lichens et les mousses paraissent ; les insectes et les oiseaux se multiplient ; quelques graines apportées par les vents, germent et s'enracinent ; l'humus, qui manquait à ce terrain stérile, commence à pénétrer la première couche ; et dès lors la difficulté est vaincue, le sol est envahi, les troupeaux y pénètrent, et l'aridité en est chassée pour toujours. Voilà ce qu'on a commencé dans la Cham-

pagne Pouilleuse, et ce qui a été parfaitement exécuté sur les dunes des environs de Bordeaux, par M. de Bremontier. (*Nouv. Cours d'Agric.*)

Le séjour des eaux peut devenir, dans certaines circonstances, un moyen efficace de livrer un terrain stérile à l'agriculture. Si par des travaux d'art on pouvait changer une plaine aride en un vaste étang, qu'on y fît multiplier le poisson pendant dix ans et plus, il est certain que dans ce laps de temps, les plantes aquatiques, jointes aux déjections des poissons et de tous les insectes et mollusques qui vivent habituellement dans les eaux stagnantes, rempliraient parfaitement le but des engrais ordinaires, en déposant à la surface de cette plaine, ou au fond de cet étang momentané, une couche de limon vaseux, et en l'imprégnant, à une assez grande profondeur, d'une humidité salutaire, qui en diviserait la masse. Ce procédé de fumer les terres végétales, qui est en usage aux environs de Montbrison, pourrait peut-être s'appliquer heureusement à certaines plaines incultes, susceptibles d'être inondées, et qui demanderaient des avances trop considérables pour être défrichées à la manière ordinaire. Ce procédé aurait l'avantage de payer une partie des frais qu'il occasionerait, par le produit de la pêche de l'étang, au moment où l'on se déciderait à rendre ce terrain à la culture.

DES TERRES VIERGES.

On pense assez généralement que toutes les terres vierges, c'est-à-dire celles qui n'ont jamais été cultivées, sont d'une grande fertilité ; mais d'après ce qui vient d'être exposé, l'on voit qu'il en est parfois tout autrement. En effet, toute terre qui ne produit rien naturellement, qui ne se couvre point chaque année de ce que nous nommons *mauvaises herbes ;* cette terre, toute *vierge* qu'elle est, se refusera pendant long-temps à la culture, faute d'humus. Mais celles qui produisent des plantes vigoureuses sans culture, celles qui ont été long-temps couvertes de forêts, qui ont reçu pendant des siècles le tribut annuel de leur feuillage ; celles enfin qui sont de la nature des limons d'attérissement, sont effectivement des plus fertiles pendant plusieurs années consécutives, parce qu'elles sont saturées d'humus, et que la végétation naturelle, bien loin d'amaigrir la terre, tend toujours à l'améliorer ; car les plantes qu'elle produit ainsi spontanément lui rendent, par leurs détritus, autant et plus qu'elles n'en ont extrait. On conçoit bien, au contraire, que les récoltes dont on dépouille les champs, prennent beaucoup sans rien rendre au sol, et que c'est pour cette raison qu'on a nécessairement recours aux engrais. Ainsi, les terres vierges, de quelque nature qu'elles soient, sous

le point de vue minéralogique, ne sont véritablement propices à la culture qu'autant qu'elles ont été engraissées par une longue succession d'une végétation naturelle et vigoureuse.

ANALYSES MÉCANIQUES

DE QUELQUES TERRES VÉGÉTALES EMPLOYÉES DANS LA CULTURE EN PETIT.

Les terres végétales qu'on emploie dans le jardinage sont de deux genres, *les terres naturelles* et *les terres composées*. Les premières se cultivent telles que la nature les présente, et les autres sont le produit de différens mélanges : telles sont les terres à oranger, à ananas, etc. Je n'ai analysé que les terres naturelles ; et ce travail, qui avait été entrepris il y a douze ans, à l'invitation de M. Thouin, professeur de culture au Muséum d'histoire naturelle de Paris, trouve ici naturellement sa place. Voici le moyen très-simple que j'ai employé pour analyser ces terres.

Une livre de terre, dont j'avais séparé d'avance tous les corps étrangers apparens, et qui avait été séchée au four, était délayée dans deux litres d'eau de pluie ; je faisais bouillir cette terre pendant un instant, je filtrais la liqueur au papier gris, je l'évaporais ensuite jusqu'à siccité, et je ramassais au fond du vase une substance jaune, de consistance mielleuse, que je pesais avec soin. Je

versais alors de l'acide nitrique (eau-forte) sur la terre encore humide; je l'agitais jusqu'à ce qu'il n'y eût plus aucun bouillonnement; je lavais à grande eau sur un filtre, et je repesais cette terre, ainsi lavée, après l'avoir fait encore sécher au four. Ce qui manquait au premier poids avait donc été enlevé d'une part, par l'eau pure, et de l'autre, par l'acide. Le premier produit est cette substance jaune et mielleuse, et l'autre est la terre calcaire ou carbonate de chaux que l'acide a dissous. Pour séparer ensuite les autres parties constituantes, des lavages à grande eau et par décantation suffisaient à ce genre d'analyse. Le sable siliceux se précipite au fond des vases; l'argile trouble l'eau, y reste long-temps suspendue, et se dépose à la longue; tandis que l'humus occupe exclusivement la surface des lessives, sous la forme d'une poudre noire, qui, examinée à la loupe, se trouve composée d'une infinité de petits filamens combustibles (1).

(1). M. Bosc indique un procédé d'analyse mécanique semblable, à peu près, à celui que j'ai suivi; la seule différence, c'est que ce savant brûle l'humus, en soumettant la terre à une forte chaleur. (*Cours d'Agric.*)

1.

Analyse du terreau de bruyère de Sannoy, près Pontoise.

Sur 100 parties,

Sable siliceux.	43,80
Carbonate de chaux.	7,10
Humus.	31,70
Sels déliquescens.	1,10
Fer métallique attirable.	0,13*
Parties végétales non décomposées.	13,25
	97,08
Perte et corps étrangers.	2,92

2.

Analyse du terreau de bruyère de la forêt de Sénart.

Sable siliceux.	48,79
Carbonate de chaux.	4,28
Humus.	40,23
Sels déliquescens.	0,10
Fer attirable.	0,02
Parties végétales non décomposées.	3,34
	96,76
Perte et corps étrangers.	3,24

* M. Bosc a remarqué de petits corps ronds, qu'il a pris pour du fer en grains: j'ai retrouvé aussi ces mêmes corps ronds dans cette terre mais comme ils se réduisent en cendre à la flamme d'une bougie, je les ai regardés, avec M. Thouin, comme des espèces de petites *galles*, produites par la piqûre de quelques insectes. J'ai retrouvé ces mêmes corps dans la vieille tannée.

3.

Analyse de la vieille tannée.

Sable siliceux.	3,84
Carbonate de chaux.	8,36
Humus.	16,01
Sels déliquescens.	0,25
Fer attirable.	0,02
Parties végétales non décomposées.	70,48
	98,96
Perte et corps étrangers.	1,04

4.

Analyse du limon de la Seine.

Sable siliceux.	50,00
Carbonate de chaux.	30,88
Argile	7,29
Parties végétales non décomposées.	8,09
	96,26
Perte et corps étrangers.	3,74

5.

Analyse de la terre à blé de la plaine du Plessis-Piquet, sous les bois de Verrière, près Paris.

Argile.	83,01
Carbonate de chaux.	12,58
Sable siliceux.	0,60
Parties végétales non décomposées.	1,69
Fer attirable à l'aimant.	0,02
	97,90
Perte et corps étrangers.	2,10

6.

Analyse du terreau de couches.

Silice.	23,49
Carbonate de chaux.	9,39
Humus.	22,66
Parties végétales non décomposées.	43,75
	99,29
Perte et corps étrangers.	0,71

7.

Analyse du terreau de feuilles.

Silice.	30,40
Carbonate de chaux.	24,57
Humus.	11,07
Sels déliquescens.	0,92
Parties végétales non décomposées.	30,40
	97,36
Perte et corps étrangers.	2,64

On fait observer que le sable siliceux et la terre calcaire, qui forment à peu près la moitié de la masse de ce terreau, peuvent provenir en partie du sable qui se trouve entraîné lorsqu'on amasse les feuilles pour les entasser.

Ce que j'ai désigné sous le nom de *sels déliquescens* dans plusieurs de ces analyses, a été analysé séparément par le sa-

vant et modeste Laugier. Voici le résultat de son travail : Sur cent parties de ces sels, il a trouvé :

Silice.	2,00
Carbonate de chaux.	15,00
Sulfate de chaux.	10,00
Muriate de chaux et magnésie.	8,00
Matière animale.	12,00
Perte et eau	53,00
	100,00

MARNES.

La marne est une substance terreuse ou pierreuse, dont plusieurs variétés sont recherchées pour amender les terres. Elles sont principalement composées de trois substances : d'argile, de chaux, et de sable siliceux. Ces trois principes constituans, variant infiniment dans leurs proportions respectives, donnent naissance à des marnes différentes, que l'on distingue aujourd'hui en trois espèces :

Les marnes calcaires ;

Les marnes sableuses ;

Les marnes argileuses.

Ces trois espèces seulement sont susceptibles de servir d'amendement ; car celles qui renferment de la magnésie ou de l'oxide de fer en excès, sont très-impropres à cet usage.

Les marnes d'amendement, les seules qui nous occupent dans ce moment-ci, paraissent être le résultat de la décomposition des grandes masses

calcaires et argileuses, dont les détritus, après avoir été déplacés et transportés par les eaux, se sont déposés dans des bas-fonds, dans des vallées ou dans des espèces d'anses ; aussi appartiennent-elles aux terrains les plus modernes, aux formations les plus récentes. Cependant ce n'est pas toujours immédiatement au-dessous de la terre végétale qu'on trouve les bancs ou les amas de marnes; c'est au contraire à d'assez grandes profondeurs, et quelquefois seulement après avoir traversé des bancs de pierre calcaire assez épais. Aussi, pour en faire la recherche, est-on forcé de pratiquer des excavations en forme de puits, de tranchées, et d'enfoncer des sondes ou tarières à la profondeur de cent pieds et plus.

Chaque espèce de marne a des caractères et des propriétés particulières, qui la font rechercher pour l'amendement de tel ou tel sol; et comme il importe infiniment de ne point les confondre, nous les décrirons séparément.

1. MARNE CALCAIRE.

Les couleurs les plus ordinaires de cette espèce, sont le blanc pur et le blanc jaunâtre; quelquefois il s'en trouve de jaune, de rougeâtre et même de noirâtre. Sa consistance est solide ou terreuse, et sa principale propriété est de se diviser, de s'émiéter par le simple contact de l'air, ou par les alternatives du sec, du vent et de l'humidité.

Lorsqu'on en plonge un fragment dans un verre d'eau, il y fait entendre un sifflement aigu, qui diminue insensiblement et finit par cesser entièrement. Si l'on examine à travers le vase, on aperçoit une infinité de petites bulles d'air qui sortent de la marne, et qui se succèdent avec tant de rapidité, qu'elles forment des filets presque continus. Cet air, qui est chassé par l'eau qui prend sa place, est la cause de la grande légèreté de cette substance.

Exposées à l'action d'un feu ordinaire, les marnes calcaires se réduisent en chaux vive d'une très-bonne qualité; mais si on les soumettait à un feu violent, elles se vitrifieraient et se changeraient en une scorie spongieuse et boursouflée.

Tout cultivateur intelligent peut, avec facilité, connaître rigoureusement les proportions des trois principes constituans de la marne qu'il aura découverte, et dont il se proposera de faire usage pour l'amendement de son domaine. Il suffira pour cela de prendre un poids donné (une once par exemple) de cette marne, qu'on aura fait sécher dans un four après qu'on en aura retiré le pain, de la pulvériser, de la mettre au fond d'un verre, de verser dessus de l'eau-forte, et de laisser cesser complétement le bouillonnement ou l'effervescence qui aura lieu; de faire sécher et de peser ce qui restera au fond du verre, après s'être assuré que de nouvel acide versé dessus n'y produit au-

cun effet; et la différence entre le poids de la marne qu'on aura mise en expérience, et celui de ce résidu indiquera la quantité de terre calcaire contenue.

Maintenant, pour séparer l'argile d'avec le sable siliceux, il faudra verser de l'eau sur ce qui reste, l'agiter, le transvaser après l'avoir laissé reposer quelques secondes, et répéter ce lavage jusqu'à ce que l'eau sorte parfaitement claire; ce qui restera au fond du verre, sera le sable siliceux, et l'argile aura été enlevée avec l'eau trouble : il suffira donc de peser le sable pour connaître le poids absolu des trois principes constituans, et juger par-là si la marne est véritablement calcaire, c'est-à-dire, si cette terre domine dans sa composition; ce qu'on ne peut juger à l'œil ou au toucher qu'après une pratique assez longue; on doit donc préférer cet essai, qui est à la portée de tous les propriétaires zélés. Au moment où cette marne sort du sein de la terre, elle est pierreuse et savonneuse; mais comme on ne l'emploie jamais qu'après l'avoir fait séjourner un ou deux ans près de l'orifice des marnières; au moment où on la transporte sur les terres, elle est déjà brisée en grande partie. D'ailleurs on ne livre à l'agriculture, que ce qu'on nomme en Normandie les *menues marnes;* tous les gros blocs sont vendus pour être cuits et réduits en chaux. La marne calcaire s'exploite quelquefois

à plus de cent pieds au-dessous du sol ; telles sont les marnières des environs de l'Aigle, département de l'Orne, en Normandie, qui sont ouvertes dans le double but d'en extraire d'excellentes pierres à chaux et de bonne marne d'engrais. Elles consistent en un puits rond, large et vertical, et en plusieurs chambres ou galeries, qui sont séparées par des piliers réservés; les puits ne sont soutenus que par des plions ou branches que l'on courbe contre leurs parois, et qui s'opposent aux éboulemens par leur simple tendance à faire ressort. La marne est enlevée au moyen d'un tour et de grands et forts paniers faits exprès.

La couche de marne des environs de l'Aigle, que je cite ici comme exemple, parce que je connais parfaitement le local, existe sur une étendue assez considérable, mais à des profondeurs différentes. Dans un canton, on la découvre en traçant un fossé, et dans d'autres, il faut s'enfoncer à cent et cent cinquante pieds avant d'y parvenir.

On vient de voir par ce qui précède que les marnes calcaires s'approchent infiniment de la pierre calcaire proprement dite, et qu'elles n'en diffèrent même que par une proportion d'argile qui les rend friables ; aussi existe-t-il des dépôts pulvérulens de cette substance qui peuvent remplacer avantageusement les marnes ; tels sont les

faluns de la Touraine, qui ne sont uniquement composés que de détritus, de coquilles fossiles, qui occupent un espace de quatre lieues de long sur une de large, entre Sainte-Mame et Mautelan, et qui sont exploités de temps immémorial pour servir d'amendement, et dont les bons effets se font sentir pendant 12 et 15 ans. M. Bosc s'appuie sur cet exemple, pour conseiller avec raison l'emploi des coquilles fossiles à cet usage, et il cite encore certaines pierres calcaires coquillières qui renferment, dit-il, un reste de matières animales et quelques particules de sel, comme étant très-propres aussi à cet emploi. Faujas dit positivement que la pierre calcaire sablonneuse de Maestricht est employée comme amendement. (Histoire de la montagne de Saint-Pierre de Maestricht.)

2. MARNE SABLEUSE.

Les marnes sableuses ou siliceuses ne sont, pour l'ordinaire, que des marnes calcaires mêlangées d'une forte dose de sable, dont la proportion s'élève jusqu'au dixième de la masse : elles sont ordinairement blanches comme elles; mais leur toucher a quelque chose de sec, de graveleux, qui les fait aisément reconnaître; elles sont d'ailleurs assez friables, s'imbibent d'eau avec facilité, se délitent ou s'émiettent à l'air en

peu de temps, et produisent à la cuisson une chaux qui porte beaucoup d'eau.

Ce qui a été dit des moyens d'essayer les marnes calcaires, de leur gissement dans la nature, de la manière de les rechercher et de les extraire, s'applique en tout point aux marnes sableuses, qui n'en sont que de simples modifications. J'ajouterai, avec M. de Thury, à qui l'on doit une bonne instruction sur la marne, qu'il est prudent de pratiquer deux issues dans les marnières, tant pour servir de retraites aux ouvriers en cas d'éboulement, que pour établir un courant d'air dans ces souterrains, où la respiration des hommes, les lumières, et peut-être l'action de la marne elle-même contribuent fortement à rendre l'air dangereux à respirer, et souvent tout-à-fait impropre à entretenir la vie.

3. MARNE ARGILEUSE.

La couleur principale de cette espèce de marne, celle qui se rencontre le plus souvent, est le gris verdâtre; presque jamais on n'en trouve de blanche; il y en a quelquefois de noirâtre. Sa consistance est compacte, solide ou terreuse, suivant la proportion dans laquelle on y trouve l'argile. Certaines variétés en contiennent une si forte dose, qu'elles sont susceptibles de servir de terre à brique, et qu'elles acquièrent une dureté considérable par la cuisson : d'autres enfin sont si

solides, qu'on peut les scier et les polir comme du marbre. C'est donc dans les variétés intermédiaires qu'on doit trouver celles qui peuvent être employées en agriculture. Ce sont en effet les marnes qui se délayent dans l'eau, et qui n'y forment qu'une pâte courte et peu tenace, qui absorbent l'humidité et qui s'attachent à la langue, de manière à ce qu'on soit obligé de faire un léger effort pour les en séparer. Ces marnes enfin, dont on peut faire l'analyse, comme nous l'avons indiqué à l'égard des marnes calcaires, bouillonnent avec lenteur dans les acides, en raison du peu de chaux qu'elles contiennent, exhalent une forte odeur terreuse quand on souffle dessus, et sont douces et savonneuses au toucher.

Les marnes argileuses sont très-répandues dans la nature; elles forment même de petites collines qui, dans les Alpes, sont subordonnées aux grandes chaînes calcaires qu'elles avoisinent; aux environs de Paris, elles existent en couches assez puissantes, et l'on en cite dans une foule de localités remarquables. Les terrains qui sont entièrement formés de cette marne, ou qui reposent obliquement sur elle, sont sujets à des déplacemens qui se font brusquement ou avec lenteur; et dans ce dernier cas, les récoltes, les arbres et les bâtimens légers qui sont élevés à leur surface, descendent souvent sans se détruire, et vont s'arrêter contre un obstacle ou sur un sol

de niveau. Ces singuliers événemens, qui sont assez communs dans les pays de montagnes, et qui ont presque toujours lieu à la suite des grandes pluies, donnent lieu à des contestations entre les propriétaires, et il n'est pas toujours aisé de les juger.

La morée que l'on emploie dans le département de la Haute-Marne, est une terre argilo-ferrugineuse, qui se sépare de la mine de fer limoneuse dans l'opération du lavage, et qui est entraînée par les eaux. Elle concourt à améliorer les terres arables, lorsqu'on la répand dessus, à la manière des marnes argileuses.

L'aubrègne est encore une terre argilo-calcaire, une espèce de marne, qui est commune dans l'Aveyron, dont les produits sont très-médiocres, mais qui serait peut-être excellente au marnage de certaines terres.

DU MARNAGE DES TERRES,

ET DE SES BONS EFFETS.

Les auteurs modernes qui ont traité de la marne, s'accordent tous à considérer son emploi en agriculture, comme remontant à la plus haute antiquité : les Gaulois, les Bas-Bretons, les Celtes, paraissent être les inventeurs du marnage ; du moins Pline leur en fait honneur, et reconnaît que les Romains et les Grecs leur

empruntèrent cette coutume. Non-seulement l'illustre naturaliste décrit les différentes espèces de marnes qu'on employait de son temps; mais il rapporte aussi les procédés d'extraction, et la durée des bons effets de cet amendement précieux, qui se faisait ressentir, suivant lui, et pour certaines espèces seulement, pendant quatre-vingts ans.

L'époque du marnage est celle où la terre se repose; c'est dans la saison des pluies, vers la fin de l'automne, qu'on doit commencer à disperser la marne en tas égaux et espacés, ou mieux encore à l'étendre uniformément sur toute la surface du terrain qu'on veut améliorer. Déjà elle a été préparée par un long séjour, à l'orifice de la marnière; mais elle achève de se diviser, de se fuser et d'absorber l'air, par suite de l'intempérie des mois d'hiver, qui la réduit en poussière, avant la saison du labour, où on l'incorpore avec la terre. Il arrive cependant quelquefois qu'on ne peut disposer que d'une marne dure, qui a besoin d'être brisée à la main ou écrasée sous le battoir, et l'on préfère encore d'avoir recours à ces manipulations, plutôt que de se priver tout-à-fait de cette substance bienfaisante. Ce n'est donc point un préjugé, une simple routine, que l'usage généralement admis, de n'employer les marnes que quelques mois au moins après leur extraction.

Il faut choisir avec soin et discernement la marne que l'on destine à tel terrain; il faut surtout comparer la composition de l'un et de l'autre, s'assurer enfin s'il existe une différence assez marquée entre la terre du sol, et la marne, pour qu'on puisse en espérer un changement favorable, dont les effets compensent et au delà les avances considérables que cette opération entraîne avec elle. Sans cette précaution préalable on pourrait détériorer au lieu de bonifier; c'est ce qui arriverait infailliblement, si l'on marnait un terrain gras et entier avec une marne argileuse, un terrain déja maigre et léger, avec une marne sableuse, à moins cependant qu'on n'ait seulement en vue de renouveler ou de rajeunir un terrain épuisé par une longue culture; mais dans ce cas particulier, on conçoit que la marne n'agit plus, en raison de ses propriétés physiques, mais purement et seulement d'une manière mécanique.

Les marnes stratifiées avec des engrais, et arrosées avec des matières animales, donnent naissance à une espèce de *compost* excessivement actif et très-riche en salpêtre. Tous les économistes, tous les hommes instruits qui s'occupent de l'agriculture en grand, et des moyens de l'améliorer, sont maintenant généralement d'accord sur les effets de ce précieux amendement.

Nous avons vu, en parlant de la terre végétale,

que sa consistance influe d'une manière très-sensible sur le succès de la culture et de la végétation ; nous avons vu que c'est à cette manière d'être qu'est due l'absorption plus ou moins active de l'eau, de l'oxigène et du carbone ; nous avons vu que l'humus, cette partie nutritive de la terre végétale, avait la propriété d'absorber l'oxigène de l'air et de l'eau, avec une sorte d'avidité bien remarquable. Maintenant nous dirons que la marne agit mécaniquement, soit en divisant les terres trop compactes, et en les forçant à multiplier leurs points de contact avec l'air et l'eau, soit en donnant plus de corps et plus de consistance à celles qui sont trop légères, pour arrêter suffisamment l'humidité ; que les marnes agissent physiquement et chimiquement, en décomposant l'humus, au moyen des terres qu'elles contiennent, en absorbant la partie acide de celui qui la renferme en excès, ainsi que le pense Thaer dans ses Principes d'agriculture (1), et en le rendant aisément dissoluble dans l'eau, et susceptible de s'identifier avec les végétaux, qui croissent au milieu de ces terres. Les marnes enfin paraissent avoir la propriété d'absorber l'oxigène et le carbone qu'elles fixent entre leurs molécules infiniment divisées, à mesure que ces gaz s'émanent des substances végétales et animales qui

(1) *Biblioth. Brit.*, n° 412.

font la base des fumiers et des véritables engrais.

Or, d'après ce qui vient d'être dit, à l'égard des trois espèces de marnes, on peut aisément en déduire qu'elles sont séparément applicables à l'amendement des terres fortes et des terres légères. Ainsi donc, *la marne calcaire* convient aux terres trop argileuses, aux terres fortes et entières, aux glaises qui retiennent l'eau dans les sillons, à celles qui deviennent excessivement dures dans les temps de sécheresses, qui serrent et étranglent le collet des plantes, à celles qui produisent des fentes et des lézardes, qui servent de refuge aux insectes, qui dévorent les moissons, et qui, en raison de leur nombre excessif, ont reçu le nom dérisoire de *terres à criquet.*

La marne sableuse est peut-être encore plus efficace que la précédente, pour opérer la division des grosses terres; elle a d'ailleurs sur elle, l'avantage de se réduire plus promptement en poussière; mais son effet est plus mécanique que physique; car la terre siliceuse, qui y domine, n'agit que de cette manière seulement.

Les marnes argileuses, qui sont plus ou moins grasses, doivent s'employer exclusivement dans les terrains calcaires, maigres, légers ou sablonneux, dont le peu de cohésion ne permet point aux eaux pluviales de séjourner à l'entour des racines, ni de leur offrir un point d'attache assez solide. Ces marnes onctueuses donnent du lien,

du corps à ces terres mobiles, à ces sables brûlans et desséchés, qui sont si répandus sur nos continens.

La marne est absolument stérile par elle-même; elle n'est favorable à la végétation, que par sa propriété d'attaquer l'humus, de le rendre mucilagineux et susceptible d'être absorbé par les végétaux, qui croissent avec d'autant plus de vigueur, qu'ils en trouvent une plus grande dose en dissolution dans la terre végétale, qui, comme nous l'avons prouvé, ne sert que de point d'appui aux plantes qui vivent à sa surface.

Si l'on marnait donc une terre par excès, et que l'humus ne fût point en quantité suffisante pour la saturer, le terrain serait frappé de stérilité pendant plusieurs années. C'est même ce qui arrive toujours la première campagne d'un marnage : *Qui marne récolte*, dit un vieil adage, pour indiquer que la terre ne rapporte rien quand elle vient d'être marnée ; et l'on prétend même que ce n'est que vers la troisième ou quatrième année, qu'on commence à en ressentir les bienfaits.

On conçoit maintenant parfaitement l'usage général de laisser fuser les marnes avant de les employer, et celui que l'on pratique dans certains pays, de briser ou de pulvériser les marnes pierreuses, afin qu'elles se saturent promptement ; enfin, l'on comprend aussi par quelle

fatalité les plaines marneuses de la Champagne Pouilleuse, sont vouées à une éternelle stérilité, puisque la marne crayeuse y est en tel excès, qu'il faudrait une quantité incommensurable d'humus, pour en saturer simplement la surface. C'est encore par la même raison qu'on évite soigneusement d'amener de la marne nouvelle à la surface d'une terre qu'on laboure, et qui recouvre immédiatement quelques bancs de cette substance, qu'on appelle souvent *tuf*. Il serait précieux de pouvoir indiquer aux cultivateurs une règle certaine pour la quantité précise de marne qui est nécessaire à l'amendement d'une surface donnée : malheureusement la chose est absolument impossible ; les terres et les marnes sont trop variables, et tout ce qu'on pourrait prescrire à cet égard, serait tout-à-fait hasardé et ne pourrait qu'induire en erreur. On ne peut apprendre à connaître cette proportion qu'à la suite de nombreuses épreuves ; mais ce qu'on peut conseiller, c'est de commencer par de petites doses, et de s'arrêter quand il s'est fait une amélioration sensible dans le sol qu'on a soumis à cette épreuve.

L'usage de la marne n'est point limité à l'amendement des terres qui sont consacrées à la culture des céréales. *Ce trésor de l'agriculture*, ainsi que le nommait Bernard de Palissy, est également favorable aux prairies naturelles et aux prairies

artificielles. On les marne d'autant plus souvent qu'elles sont plus humides et plus abondamment arrosées.

Les marnes sont répandues sur la terre, avec une abondance qui est proportionnée à leur utilité : cependant il existe des contrées qui en sont entièrement privées, et où l'on est forcé de composer des marnes artificielles, en réunissant les élémens que la nature a pris soin d'assembler par tout ailleurs ; du moins, quand on en est réduit à cette extrémité, doit-on faire prédominer, dans le mélange, le principe qui manque aux terres qui réclament ce secours. On accélère enfin dans certains pays l'action des marnes, en les stratifiant au moment où elles sortent de la marnière avec des lits de fumier animal, qu'on prend soin d'humecter par des eaux croupies, des urines, etc. Je m'arrête ici, j'ai rempli ma tâche de minéralogiste ; si j'allais plus avant, j'empiéterais sur le domaine de l'agriculteur. Je renvoie ceux qui voudront avoir des notions plus étendues sur le marnage des terres, au *Nouveau Cours complet d'Agriculture théorique et pratique*, au *Dictionnaire d'Histoire naturelle*, à l'*Instruction sur les Marnes* de M. de Thury, aux *Annales d'Agriculture* d'Arthur-Young, aux écrits de Pline, d'Agricola, de Bernard de Palissy, d'Olivier de Serres, de Faujas de Saint-Fond, et de beaucoup d'autres savans natura-

listes qui ont traité cet important sujet avec tout le développement qu'il comporte, et d'où j'ai moi-même emprunté ce que j'ai cru devoir présenter ici, pour mettre les propriétaires instruits à même de reconnaître les marnes qui conviennent à l'amendement des terres qu'ils cultivent.

DE LA CHAUX,

CONSIDÉRÉE COMME AMENDEMENT.

En parlant des marnes calcaires, nous avons dit qu'elles étaient à la fois susceptibles de donner de bonne chaux par la cuisson, et d'excellentes marnes d'amendement pour les pays argileux; or, il existe très-peu de différence entre la chaux cuite, qui a fusé à l'air libre, et la pierre calcaire réduite en poudre. Aussi emploie-t-on la chaux, proprement dite, en agriculture, et cet usage remonte, comme le marnage, à la plus haute antiquité. Les Romains, les Gaulois et les Bretons, en mêlaient une certaine quantité au sol dans lequel ils plantaient les arbres; mais on ignore à quelle époque on commença à en répandre à la surface de la terre (1). Olivier de Serres, le père de l'agriculture française, en recommande l'usage; mais cette coutume est beaucoup mieux appréciée en Angleterre qu'en France;

(1) Davy, *Chimie Agricole.*

car plusieurs comtés lui doivent leur fertilité, et ce n'est pas seulement en la répandant sur les prairies naturelles et artificielles, mais en la mêlant à petites doses dans les terres agraires, qui conservent leur fertilité pendant sept et huit récoltes consécutives : aussi dans ces parties de l'Écosse, de l'Irlande et de l'Angleterre, chaque cultivateur a son four à chaux.

En France, le département du Calvados est un de ceux où cette terre est le plus employée comme amendement ; et c'est sur tout aux environs de *Bayeux*, que l'on apprécie tous ses avantages ; il en est de même aux environs de *Bruges*, ci-devant département de la Lys.

L'on s'est assuré que la chaux est particulièrement utile dans les pays tourbeux, humides et argileux, ainsi que dans les landes ou terrains à bruyère, sur lesquels on la répand dans la proportion d'environ cent livres par perche carrée. M. Bosc pense cependant qu'on obtiendrait un résultat avantageux de son emploi dans la culture de la vigne des environs de Paris.

Une observation des plus importantes pour l'agriculture, c'est que la chaux qui provient de la calcination des pierres calcaires contenant de la magnésie, est contraire à la végétation. Smilhson-Tennant chimiste anglais, qui a consigné ce fait, annonce que des terres amendées avec de semblable chaux dans les environs de *Duncaster*

et de *Derby*, en Angleterre, ont été frappées de stérilité pendant plusieurs années. M. Bosc a eu connaissance d'un fait semblable aux environs du Saint-Gothard (1). On reconnaîtra facilement cette pierre dangereuse à employer dans la culture en en jetant un petit fragment dans de l'eau-forte : si la pierre renferme de la magnésie, elle ne fera qu'une effervescence tardive et lente, tandis que la pierre à chaux ordinaire, bouillonne avec vivacité aussitôt qu'elle tombe dans l'acide. La pierre à chaux magnésienne est très-commune en Angleterre ; elle l'est moins en France, mais cependant on l'y rencontre aussi, particulièrement dans les provinces méridionales: elle se trouve sur plusieurs points des Pyrénées et des Alpes, particulièrement dans la chaine de Saint-Gothard.

Dans tous les cas, la chaux ne doit être employée qu'avec beaucoup de réserve : un excès serait nuisible à la végétation ; mais répandue par une main sage et prudente, elle agit sur l'humus, comme nous l'avons déjà dit en parlant des marnes calcaires, absorbe l'eau avec avidité, et produit un bien très-notable sur les terrains froids et humides, qui réclament cet amendement.

La chaux entre aussi dans la composition de

(1) *Nouveau Cours d'Agriculture.*

ces engrais artificiels qui ont reçu le nom anglais de *compost*, et qui sont formés de matières animales et végétales, stratifiées par lits, et soupoudrées de chaux fusée qui en accélère la décomposition. Il faut éviter l'emploi de la chaux vive, parce qu'elle carboniserait les substances, et leur enleverait leurs vertus stimulantes.

La chaux vive, semée dans les étables et les bergeries, en s'emparant du gaz acide carbonique qui s'y dégage, combat efficacement le développement des épizooties spontanées, et augmente sensiblement l'énergie des fumiers avec lesquels elle se mêle.

La chaux vive enfin, s'emploie encore en agriculture pour le *chaulage* des fromens destinés aux semailles. Cette opération, qui se pratique de plusieurs manières, a pour but de détruire le germe des maladies des grains connues sous les noms de *carie*, de *charbon*, et même d'*ergot*, et qui sont dues au développement de certaines plantes cryptogames, de la famille des champignons et des moisissures.

Le plus ordinairement on éteint la chaux dans une fosse, on la réduit en bouillie, et l'on y jette le grain quand il n'y a plus aucune chaleur; on le brasse long-temps et avec soin, pour que toute la semence soit bien imprégnée; on la laisse ensuite dans cet état pendant plusieurs heures. La chaux agit par sa causticité, et diminue infi-

niment, si elle ne détruit pas entièrement, les germes de cette maladie désastreuse pour les cultivateurs.

Il n'y a point de proportion bien connue entre la chaux et le grain ; mais il vaut mieux mettre excès de chaux que de n'en pas donner suffisamment. Tessier indique cent livres pour huit setiers de froment.

Dans les environs de Bruges, on ajoute à la chaux, du cuivre, de l'arsenic, du soufre, du sel, etc. ; mais ces ingrédiens, qui augmentent la dépense du chaulage, sont au moins superflus.

Une lessive préparée avec de la cendre, du sel et de la chaux, dont on arrose le grain destiné aux semailles, est propre aussi à remplacer le chaulage ordinaire ; peut-être même offre-t-elle quelque avantage sur lui (1).

DU PLATRE OU GYPSE,

CONSIDÉRÉ COMME AMENDEMENT (2).

Le gypse, ou la pierre dont on fait du plâtre, est composé de chaux, d'acide sulfurique et d'eau. Sa couleur et son aspect sont très-variables ; car on en connaît de blanc-mat, de grisâ-

(1) Procédé d'un propriétaire de la commune d'Isle, département du Cher.

(2) M. Bosc distingue le gypse du plâtre, parce que, suivant lui, ce dernier contient de la chaux non combinée, de l'argile et du sable ; mais comme ce mélange est assez rare,

tre, de jaunâtre, de rose, de rouge, et même de noir; il en existe qui a le grain du sucre grossier, d'autre qui est lamelleux et qui présente des lames vitreuses assez étendues, d'autre qui est compacte; et enfin il s'en trouve en cristaux volumineux et d'une régularité remarquable. Quels que soient la couleur, l'aspect et la contexture du gypse, on le reconnaîtra toujours à son peu de dureté qui permet à l'ongle de l'entamer, à la poussière blanche et farineuse qui se produit à l'endroit où on le frappe, soit avec du fer, soit avec du bois; enfin à une propriété qu'il ne partage avec aucune autre substance, et qui consiste à se convertir à un feu modéré, en une substance blanche et terne, qui ne diffère du gypse que parce qu'elle ne renferme plus d'eau, et qu'on nomme *plâtre*.

On ne peut confondre le gypse en masse qu'avec la pierre calcaire, lamellaire ou cristalline; mais pour l'en distinguer, il suffira d'en essayer la dureté avec l'ongle; et s'il fait une rayure sur la pierre qu'on essaie, on peut être certain que c'est un gypse, car il entame toujours cette substance et refuse d'entrer sur la pierre cal-

et qu'il existe beaucoup de chaux sulfatées qui en sont exemptes, je désignerai sous le nom de *gypse* la pierre qui produit du plâtre par la calcination, et sous le nom de *plâtre*, le produit de la calcination du gypse ou sulfate de chaux, sans avoir égard à son plus ou moins grand degré de pureté.

caire, à moins qu'elle ne soit crayeuse ou marneuse ; mais alors on ne peut plus la confondre avec le gypse, parce qu'il ne se rencontre point sous cette forme. On peut aussi se servir de l'épreuve à l'eau-forte, qui attaque les pierres calcaires en bouillonnant, et qui n'a aucune action sur les gypses ; mais comme on rencontre parfois des gypses mélangés de pierre calcaire, et qu'alors ils font effervescence avec cet acide, on pourrait être induit en erreur. Les gypses d'Aix, et quelques autres peut-être, sont de ce nombre.

On cuit le gypse destiné à l'agriculture dans des fours coniques en forme d'entonnoir évasé, où on le stratifie avec de la houille. Dans les pays où l'on se sert de bois ou de broussailles, on le dispose entre des loges composées de trois murs, ou dans des espèces d'enceintes qui ont la figure d'un fer à cheval ; on forme avec les gros morceaux des couloirs voûtés, bas et étroits, que l'on charge du reste de la pierre, en réservant les plus petits fragmens pour couvrir le dessus ; et c'est dans ces espèces de galeries qu'on entretient un feu clair pendant 15, 20, 25 ou 30 heures, suivant que la cuite est plus ou moins forte ; car on a remarqué que le plâtre qu'on destine à l'amendement doit être fort peu cuit, ou beaucoup moins que celui que l'on réserve pour la bâtisse.

Quand le gypse est cuit, on l'écrase avec des massues, des battoirs ou des moulins à eau. Le premier moyen, qui est le seul employé dans les plâtrières des environs de Paris, est long, pénible, et incommode les hommes qui se livrent à ce travail : ces malheureux sont nus et font entendre un cri plaintif, qui se cadence avec les coups de leurs massues ; le plâtre en poudre qu'ils avalent continuellement, influe d'une manière très-sensible sur leur santé.

Les grands battoirs de MM. Boulon frères, à Vizille, près Grenoble, qui sont employés à écraser le gypse des plâtrières de Saint-Firmin, sont composés d'une grande auge circulaire en granit, dans laquelle on jette le gypse cuit qui s'y trouve écrasé au moyen d'une grosse meule en pierre, mise en mouvement par un bras de fer qui s'attache à l'arbre vertical d'une roue à godets, qu'un fort courant d'eau fait tourner horizontalement. Un ouvrier suit la meule, et remue le gypse avec une pelle, pour éviter qu'il ne soit que simplement pressé ; il le retire ensuite pour le passer à la claie fine et l'emmagasiner.

Le moulin à plâtre employé en Egypte, et qui est figuré dans le magnifique ouvrage de la Commission, pl. 26, offre plusieurs avantages sur les battoirs européens.

A Trèbes, sur le canal de Languedoc, près Carcassonne, on pulvérise le gypse cuit dans un

petit moulin analogue aux moulins à blé ordinaires, et qui est composé de deux meules horizontales, dont la supérieure est mise en mouvement par l'extrémité verticale de l'arbre de la roue. Le gypse, réduit en morceaux de grosseur convenable, est jeté par le trou de la meule supérieure, et ressort tout écrasé comme la farine, par une ouverture ménagée à la caisse qui les renferme toutes deux. Ce moyen, qui est bien préférable à celui des battoirs, est très-économique ; car un enfant seul suffit à la conduite de ce moulin. M. Bosc, en blâmant infiniment la méthode des environs de Paris, propose pour y suppléer une espèce de laminoir, composé de plusieurs cylindres couchés, qu'on écarterait à volonté afin de varier la grosseur du gypse.

J'insiste sur les différens moyens de préparer le plâtre, afin que l'on puisse donner la préférence à celui qui sera le plus économique et le plus expéditif, et qu'on soit ainsi en état de livrer cette substance aux agriculteurs à un prix tel, qu'ils puissent en faire usage sur toutes les cultures où il est favorable.

Le plâtre est employé pour amender les prairies artificielles, et surtout celles qui sont composées de trèfle. Son emploi en France, paraît y avoir été introduit à la suite de la guerre de sept ans, par des militaires qui avaient remarqué ses bons effets sur les prairies artificielles de l'Allemagne;

et Mayer est le premier qui en ait fait des essais raisonnés et qui en ait publié les résultats.

C'est dans les arrondissemens de la Tour-du-Pin et de Vienne, en Dauphiné, que cet engrais a d'abord été employé, et c'est encore ceux où il est le plus en usage. Dans d'autres contrées et particulièrement en Suisse et aux environs de Genève et de Chambéry, on commence aussi à l'employer avec succès pour la fécondation des luzernes, des sainfoins, des prés, etc. Voici, d'après M. Héricart de Thury, la méthode de plâtrage telle qu'on la pratique à la côte Saint-André près Vienne, département de l'Isère.

1re *Année*, 1° on fait plusieurs labours, on engraisse le sol et on sème du blé; 2° au printemps suivant, on sème du trèfle sur le blé; 3° après la moisson du blé, qu'on coupe à deux tiers de hauteur, on plâtre. Cette opération se fait en semant le plâtre à la volée, de manière à ce qu'il s'étende également sur tous les points du pré, et que sa surface ne soit que légèrement blanchie; cependant la proportion doit en varier suivant la nature du terrain; ordinairement la quantité du plâtre est à celle du trèfle, prises l'une et l'autre en poids, comme 100 est à 1 (1).

(1) J'ai fait construire en Savoie, pour semer le plâtre sur les prairies, un petit tombereau à trémie, dont le fond était un crible mobile qui recevait des saccades au moyen des rayons des roues. Ce petit équipage, qu'un seul homme traînait aisé-

2e *Annee.* On fait et on récolte deux coupes de trèfle ; la troisième s'enfouit pour servir d'engrais, et l'on sème du blé.

3e *Année.* On récolte le blé, et l'on sème du seigle sans engrais.

4e *Année.* On recueille le seigle, et on laboure pour recommencer, la cinquième année, à plâtrer et à suivre le même ordre de culture.

Ainsi, dans quatre ou cinq années au plus, à l'aide de deux engrais seulement, dont un en plâtre, on recueille six récoltes : deux de blé, une de seigle, et trois coupes de trèfle. Toutes ces récoltes sont si belles, que chaque particulier retire 200 fr. par hectare de trèfle. (*Journal des Mines*, septembre 1812.)

Pour se former une idée des avantages que procure le plâtre employé comme engrais, nous dirons, d'après M. de Thury, que le produit brut d'un fonds exploité d'après la méthode que nous venons de citer, est à celui d'un autre fonds, traité par les methodes anciennes, comme 3 est à 1, et qu'une dépense de cent à deux cent mille fr. de plâtre rapporte autant de bénéfice qu'une dépense de deux millions d'engrais ordinaire.

ment, poudrait les prés très-également; et comme le plâtre tombait derrière l'ouvrier, et de très-bas, il n'était jamais incommodé par la poussière, comme cela arrive toujours quand on plâtre à la volée. M. Thouin, à qui j'ai remis un dessin de ce crible à roues, l'a approuvé.

M. Yvart pense que l'action du gypse tient à l'acide sulfurique qu'il renferme ; il se fonde sur ce que les cendres végétatives qui contiennent aussi des sulfates, agissent à peu près de la même manière, et surtout sur ce qu'une eau très-légèrement acidulée par de l'acide sulfurique, produit des effets très-marqués sur la végétation, ainsi que la fleur de soufre, dont on a soupoudré quelques plantes qui ont poussé avec une vigueur extraordinaire ; mais tout le monde sait que la fleur de soufre contient un peu d'acide sulfurique à l'état libre. On n'est point d'accord sur la question de savoir s'il convient mieux d'employer le gypse tel qu'il sort de la carrière ou après qu'il a été cuit. On cite des expériences qui semblent prouver et pour et contre ces deux manières de procéder. Il paraît cependant qu'on emploie le gypse terreux et friable qui se trouve à Zella et à Œpitz en Saxe, tel qu'il se tire et sans avoir été cuit préalablement. Quant aux plâtras, qui sont composés, comme on le sait, de plâtre qui a été gâché, et dont la longue exposition à l'air et à toutes les exhalaisons, l'a surchargé de différens sels, ils sont reconnus comme étant d'excellens amendemens, qui agissent mécaniquement et chimiquement. M. Lasteyrie fait remarquer dans son Traité sur le plâtre, qu'il n'a véritablement d'effet sur les prairies qu'autant qu'il a été répandu sur les feuilles et les tiges des

plantes ; le même savant recommande de plâtrer quand la terre et l'atmosphère sont légèrement humides, et il indique pour proportion moyenne celle de 10 quintaux par arpent. Cette substance entre aussi dans la composition de la gadoue artificielle, dont l'usage commence à se répandre aux environs de Lyon (1) ; dans l'Archipel grec on le mêle à la vendange pour en accélérer la fermentation. (Bosc.)

Le gypse n'est point aussi répandu qu'on pourrait le souhaiter ; il y en a beaucoup en France, mais il s'y trouve par places et par dépôts ; et il existe de vastes contrées qui en sont totalement privées. Les environs de Paris en renferment des carrières immenses ; les hauteurs de Montmartre, de Belleville, du Calvaire, en recèlent des couches inépuisables. Les environs de Châlons-sur-Saône, d'Aix en Provence, de Vizille et d'Allevard en Dauphiné, de Dax en Gascogne, de Saint-Béat dans les Pyrénées, en fournissent aux provinces qui en sont privées, et en exportent en Russie, en Irlande et jusqu'en Amérique. N'est-il pas remarquable, dit Bosc, que les cultivateurs anglais et américains viennent chercher le plâtre des environs de Paris pour améliorer leurs récoltes, et que ceux qui sont possesseurs du fonds

(1) Rapport sur un nouvel engrais, présenté à la Société d'agriculture de Lyon en 1819.

d'où on le tire n'en connaissent pas ordinairement les propriétés. L'Espagne, la Suisse, l'Angleterre, la Toscane, la Savoie et plusieurs parties de l'Allemagne, renferment aussi de grands dépôts gypseux; et les naturalistes remarquent avec raison que cette substance se rencontre dans des terrains très-différens les uns des autres, par l'époque relative de leur formation. En effet, les Alpes, les Pyrénées nous offrent des gypses qui semblent appartenir aux terrains primitifs, tandis que la Suisse, le pays de Saltzbourg, et la plupart des terrains de salines en général en présentent aussi. Enfin les formations les plus modernes, celles qui renferment les dépouilles osseuses d'un grand nombre d'animaux qui ont peuplé l'ancien monde, ont aussi leurs masses gypseuses; et ce sont même les plus étendues. On peut donc espérer de trouver du gypse dans presque tous les terrains; et comme son emploi dans la culture des fourrages, le seul qui nous occupe dans ce moment-ci, n'exige pas qu'il soit parfaitement pur, on en trouvera beaucoup plus facilement que si l'on en faisait la recherche pour la maçonnerie, et surtout pour les plafonds et le moulage, dont nous nous occuperons en détail au chapitre qui est consacré à l'histoire des minéraux dont on fait usage dans l'art de bâtir.

Le gypse que l'on obtient dans les fabriques

de vinaigre de bois, et qui se précipite en poudre par suite des opérations chimiques qui s'y pratiquent, est excellent pour la culture des prairies artificielles (Molerat frères).

Je renvoie pour tout ce qui est purement agriculture, à l'ouvrage de M. de Lasteyrie et aux articles *plâtre*, *gypse*, *sélenit*, *pré*, *prairie*, *amendement*, etc., du *Nouveau Cours d'Agriculture, théorique et pratique :* ils sont rédigés par M. Bosc ; c'est la meilleure recommandation que je puisse en faire.

CENDRES VÉGÉTATIVES.

Toutes les cendres sont propres à l'amendement des terres, mais on donne plus particulièrement le nom de *cendres végétatives*, à celles qui proviennent de la combustion *des tourbes, des lignites et de la houille;* ce sont celles-là exclusivement qui font le sujet de cet article.

Les cendres végétatives agissent sur les terres, en raison de leurs principes constituans, et de leur forme pulvérulente : les alkalis, les terres, et particulièrement les sels déliquescens qu'elles contiennent, attaquent l'*humus* d'une manière très-active, le rendent dissoluble dans l'eau, le disposent à s'identifier avec les végétaux ; en même temps que par leur division extrême, elles

ameublissent les terres entières, et leur procurent la faculté de se mettre en contact avec l'air et l'eau, par une infinité de points, et de permettre au chevelu, aux jeunes racines, de s'insinuer entre ses molécules, et d'y absorber les principes nutritifs qu'elles sont chargées de s'approprier.

Les tourbes marécageuses, qui ne sont que des végétaux herbacés aquatiques, entassés et enfouis à une faible profondeur au-dessous du sol, et qui n'ont subi qu'une altération particulière qui permet encore de les reconnaître en partie (*Voy.* Tourbe), produisent en brûlant, une cendre abondante, assez riche en potasse, que l'on emploie avec avantage dans la culture, et particulièrement dans l'amendement des prairies. Ces cendres, dont on a reconnu l'efficacité, sont l'objet d'un commerce assez considérable, aux environs d'Amiens, et surtout en Hollande, où on les enlève des foyers tous les matins, avec des fourgons, pour les transporter en Flandre et en Artois; elles s'y vendent sous le nom de *cendres de mer*. Les tourbes abondent en Hollande, et dans beaucoup d'autres pays bas et marécageux; mais on les néglige comme combustible partout où le bois est commun, sans songer qu'il serait même avantageux de les brûler en plein air, dans le seul but d'en obtenir des cendres végétatives; et cette ressource est d'autant moins à dédaigner, qu'il paraît bien prouvé que les

tourbes herbacées se renouvellent assez rapidement par l'accumulation des plantes qui croissent et meurent sans cesse dans les marais tourbeux. Nous rapporterons à ce sujet, tout ce que l'on sait de plus positif, en traitant des tourbes sous le rapport de leur importance comme combustible.

Les tourbes ligneuses qui ont reçu depuis quelques années le nom de *lignites*, afin de les distinguer d'une part, d'avec les tourbes herbacées, et de l'autre, d'avec les houilles, produisent des cendres végétatives très-renommées, qui, en raison de leur importance dans le commerce, méritent d'être distinguées par le nom des pays qui les produisent.

1° CENDRES VÉGÉTATIVES DE COLOGNE.

Le lignite que l'on nomme terre de Cologne, terre d'ombre ou turffa, et qui s'exploite principalement comme combustible aux environs de Cologne, de Bonn, et particulièrement à Bruhl, à Liblar, à Kierdorf, à Bruggen, à Balkausen, à Walberbeg, etc., est un véritable amas de bois, qui est presque entièrement changé en une substance d'un brun de girofle ou de tabac, qui s'écrase sous les doigts, et qui, au moment où elle sort de la terre, est tellement molle, qu'on la coupe avec des bêches tranchantes, et qu'on la moule dans des formes de bois, comme la tannée :

cette substance enfin, sur laquelle je reviendrai en parlant des combustibles, produit une cendre blanche ou fauve, fine et onctueuse au toucher, qui est plus légère que la cendre de bois ordinaire, et qui sert efficacement à amender les terres. Ces cendres précieuses, que l'on fabrique en faisant brûler sur place des quantités énormes de turffa, sous des hangars rustiques, mais couverts, pour éviter qu'elles ne se mouillent, s'exportent au loin par le Rhin, qui est peu éloigné de ces mines. Faujas, qui a visité ces exploitations, qui a recueilli sur le lieu même toutes les notes qui pouvaient intéresser les cultivateurs, et qui a décrit ces mines dans les *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, rapporte que dix-huit muids de ces cendres suffisent à l'amendement d'un arpent; le muid étant de dix-huit setiers mesure de Cologne, et l'arpent de sept cent quatre-vingts perches, chacune de seize pieds carrés, ce qui équivaut à plus de six arpens des environs de Paris.

2° CENDRES VÉGÉTATIVES DE BEAURAIN, EN PICARDIE (1).

Le lignite terreux qui s'exploite à Beaurain depuis 1750, est plus noir et moins friable que

(1) Laillevault, *Recherches sur les Houilles d'engrais, et particulièrement sur les cendres végétatives de Beaurain.* Paris, 1783.

celui de Cologne ; et comme il est très-pyriteux, il a la propriété de se couvrir d'efflorescences, de s'enflammer naturellement à l'air, et de produire des cendres plus ou moins colorées en rouge. Ce sont elles qu'on emploie comme engrais, sous le nom de *cendres rouges*, soit après qu'on les a lessivées pour en obtenir l'alun et le vitriol qu'elles renferment, soit telles qu'on les retire immédiatement après la combustion. On se sert même du lignite sans le brûler, et seulement après qu'il s'est desséché et qu'on l'a broyé, et il porte alors le nom de *cendres noires*. Avant de livrer les cendres rouges au commerce, on les passe à la claie d'osier, afin d'en séparer les morceaux d'argile cuite qui peuvent y rester mélangés ; dans cet état on l'exporte au loin pour l'amendement des prairies ; mais on assure que celles qui n'ont point été lessivées, et qui contiennent encore leur vitriol et leur alun, affectent la vue des hommes qui les répandent, et celle des chevaux qui mangent les fourrages que ces prairies produisent. Aussi, bien des cultivateurs donnent la préférence aux cendres qui ont été lavées, et qui contiennent néanmoins encore assez de substances salines pour agir puissamment sur les terres qui les reçoivent. On pourrait, au reste, obvier au premier inconvénient, en répandant ces cendres à l'aide d'un petit tombereau à crible mobile, analogue à celui que j'ai fait exécuter en Savoie pour gypser les

prairies; outre que l'ouvrier n'est point incommodé par la poussière, qui ne tombe que d'une très-petite hauteur, et toujours en arrière de lui, ce moyen a encore l'avantage de répandre l'amendement avec plus d'égalité. (*Voyez* Gypse ou Plâtre.)

Les cendres végétatives connues sous le nom de cendres de Beaurain ne se préparent pas seulement dans ce canton; toutes les usines des départemens de l'Aisne, de l'Oise et de la Somme, où l'on fabrique depuis quarante ans du vitriol, et plus nouvellement de l'alun et du sel amer (sulfate de magnésie), fournissent abondamment les cendres qui nous occupent; mais outre ces résidus, qui sont immenses, on en prépare exclusivement pour cet usage, en brûlant des tas énormes de lignites sans autre but que de les réduire en cendres. La consommation en est devenue si considérable, qu'on assure qu'il s'en débite par année, seulement dans la Picardie, plus de trois cent mille setiers, qui remontent par la Seine et la Marne jusqu'à Château-Thierry. Les qualités que doivent avoir ces cendres sont d'être fort rouges; légères, fines, et d'une saveur styptique analogue à celle de l'encre (Parmentier). On doit bien penser qu'un amendement de cette nature doit être répandu avec beaucoup de ménagement, surtout lorsqu'il n'a point été lessivé, et qu'il contient encore tous ses sels.

Ce que les anciens nommaient *ampelite*, est un schiste pyriteux, susceptible de s'effleurir, et qui a quelque analogie avec ces lignites pyriteux. Il jouissait d'une très-grande réputation en agriculture ; on lui attribuait la propriété de chasser les insectes. Cela peut être vrai pour les premières années, mais il paraît certain qu'il stérilise la terre à la longue. Ce schiste porte aussi le nom de *terre à vigne*, parce qu'on a prétendu qu'il favorisait sa végétation. J'ai observé dernièrement, dans le département de la Corrèze, un fait qui vient à l'appui de cette opinion : des travaux de recherche pour une mine de houille ont été pratiqués près d'une vigne, et partout où les débris schisteux se sont répandus, elle a poussé avec une vigueur qui se faisait remarquer au premier abord.

L'exemple de la Picardie devrait engager les habitans des contrées qui renferment des combustibles inférieurs, qui ne sont d'aucun débit, à les brûler sur place pour les convertir en cendres ; ils peuvent être assurés d'avance qu'ils en retireront au moins quelques sels utiles aux arts, et que leur résidu sera tôt ou tard accueilli par le cultivateur éclairé ; quelques hangars suffisent à ces fabriques de cendres.

Les cendres que produit la houille proprement dite, lorsqu'elle brûle dans les foyers domestiques, sous les chaudières des salpêtriers, des brasseurs,

des teinturiers, ou sur les grilles des fourneaux à réverbères et des machines à vapeur, ne doivent point être rejetées sans examen ; beaucoup d'entre elles sont propres à l'amendement des terres fortes, et peuvent y être employées avec succès, soit en raison de leur nature alkaline et terreuse, soit par leur consistance sèche et pulvérulente, qui tend à diviser tout aussi bien que les marnes, la chaux, le sable, etc.

Trente boisseaux par arpent sur les terres très-froides, argileuses et humides, et dix à douze sur celles qui sont sèches, sont les doses qu'on recommande. On en vante infiniment les effets sur les prairies naturelles et artificielles ; mais il ne faudrait point cependant les employer toutes sans examen ; car il en est, et j'en ai un exemple tout récent, qui contiennent une quantité notable de sulfate de magnésie, et l'expérience a prouvé que ce sel s'oppose absolument à la végétation. Il serait donc au moins prudent de les laisser long-temps exposées aux intempéries de l'air et des saisons, et de les lessiver à grande eau, avant d'en faire usage.

Aux environs de Montpellier, l'on n'emploie les cendres végétatives, en général, que pour la culture des figuiers. (Marcel de Serres.)

DU SABLE MARIN ET DU SEL,

CONSIDÉRÉS COMME AMENDEMENT.

Quelle que soit la nature des sables, ils sont toujours propres à diviser les terres trop entières; mais ordinairement leur action est purement mécanique. Il n'en est point seulement ainsi des sables marins, de ceux des plages; car ils contiennent toujours une certaine dose des mêmes sels qui sont en dissolution dans les eaux de la mer, et sont mélangés de plus à une infinité de détritus d'animaux, qui entrent en putréfaction et qui excitent puissamment la végétation; c'est donc en raison de ces propriétés et par suite d'une longue expérience, qu'on fait usage de cet engrais aux environs de Coutances, en basse Normandie, ainsi qu'en Bretagne.

Là, pour la simple culture du sarrasin, qui est presque l'unique aliment des habitans des campagnes, ces malheureux vont chercher au bord de la mer, un certain nombre de charges de sable qu'ils déposent dans leur cour; ils y transportent ensuite une quantité égale de la terre des champs, mêlent le tout ensemble, et font passer leurs bestiaux tout l'hiver sur cette *cour chargée*; et lorsque la saison des labours approche, ils reportent cette terre et ce sable, ainsi trépignés, dans les champs qu'ils veulent ensemencer: ce travail pénible se répète tous les ans.

A l'époque où le sel ne payait aucun droit, les cultivateurs normands achetaient les sels impurs à vil prix, et en répandaient une légère dose sur les terres labourables. La petite quantité qui est contenue dans le sable marin remplit donc le même but; et il en est ainsi du fameux limon du comté de Cheshire, qui se dépose à l'extrémité des marais salans, et qui passe pour l'engrais le plus durable et le plus actif qui se trouve en Angleterre (Arthur Young).

Les cultivateurs des environs de Magdebourg achètent aussi le rebut des opérations de la fabrique et de la saline de Schœnebeck, et s'en servent avec succès pour amender leurs terres (Héron de Villefosse).

Enfin, la terre végétative du baron d'Espuler, préparée à Etaples en Picardie, et qui est un excellent amendement, ne doit ses bonnes propriétés qu'à une très-petite addition de sel marin. M. Rigaut, qui en a fait l'analyse, y a trouvé un trente-deuxième de sel seulement; on la vendait 20 fr. le quintal sur place.

Il semblerait donc tout naturel de conclure de ces usages, que le sel est favorable à la végétation; mais il a été fait à ce sujet des expériences directes par des hommes très-habiles qui ont prouvé, par la disparate de leurs résultats, que cette substance n'était propre que dans certains terrains; et que, dans d'autres, elle est ou de nul effet, ou tout-

à-fait nuisible. Ce qu'il y a de constant, c'est que partout où on l'a employée avec excès, elle a produit la stérilité, et l'on ne doit jamais en faire l'essai que très en petit. On a remarqué que le sel convient aux terrains humides, marécageux et tourbeux: or, ce sont précisément ceux où la chaux produit de bons effets. Il semble donc, ainsi que le présume M. Bosc, qu'on pourra toujours le remplacer par cette terre, qui est ordinairement moins coûteuse que le sel. Les déserts qui se couvrent constamment d'une efflorescence saline, lui doivent en grande partie leur stérilité; et l'on pense avec raison, que l'usage ancien de jeter du sel sur les terres des peuples vaincus et sur le domaine des grands criminels, en signe de vengeance et de malédiction, était fondé sur l'idée que cette substance entraînait avec elle la stérilité la plus complète (1). On voit en effet, d'après ce qui vient d'être dit, que le sel est un amendement dangereux, mais que le sable marin, qui n'en renferme qu'une petite quantité, doit être favorable aux terres entières, qu'il divise mécaniquement, et qu'il stimule en raison des sels qu'il contient; car tout le monde sait que l'eau de la mer ne renferme pas seulement du muriate de soude, mais qu'elle tient encore en dissolution

(1) Frédéric-Barberousse, qui se faisait appeler l'empereur du monde entier, prit et rasa Milan en 1162, y fit passer la charrue et semer du sel.

différens muriates qui attirent l'humidité de l'air, et qui peuvent aussi contribuer puissamment à l'effet de ce sable sur les terres agraires. Les terres salpêtrées paraissent être aussi dans le même cas. (*Bibl. Brit.*, n° 406).

GUANO OU GUANAES.

URATE NATUREL.

Le guano est une matière mixte qui est employée comme engrais avec beaucoup d'avantage au Pérou, et qui, d'après les expériences de MM. Fourcroy et Vauquelin, est composée, d'une part, de matières animales qui ont beaucoup de rapports avec la fiente des oiseaux, et, de l'autre, de sable en partie quartzeux et en partie ferrugineux. Cette substance singulière, dont nous devons la connaissance à MM. de Humboldt et Bonpland, se trouve très-abondamment dans la mer du Sud, aux îles de Chinche près de Pisco, ainsi que sur les côtes et les îlots plus méridionaux, tels qu'à *Ilo*, *Isa* et *Arica*. Cet engrais forme des couches de 50 à 60 pieds d'épaisseur que l'on exploite à ciel ouvert, comme certaines mines de fer limoneux.

La fertilité des côtes du Pérou est due au *guano*, qui est un grand objet de commerce pour les habitans de *Chaucay* ou *Chauchay*, ville capitale de la province de ce nom; ils vont le chercher

sur de petits bâtimens qu'on nomme *guaneros*, et qui en portent chacun de 1500 à 2000 pieds cubes ; le voyage entier dure vingt jours (1).

C'est particulièrement pour la culture des maïs que le guano est un excellent engrais, mais pourvu toutefois qu'on ne l'emploie pas avec excès ; car il brûle alors les racines, comme cela arrive toutes les fois qu'on abuse des fumiers animaux, et surtout de la fiente des oiseaux, qui renferme, comme on le sait, les mêmes principes que l'urine des mammifères.

On trouvera peut-être que cette substance est déplacée dans un ouvrage de minéralogie ; je répondrai qu'elle est à l'égard du règne animal, ce que les tourbes et les lignites sont à la minéralogie, par rapport au règne végétal auquel ces substances fossiles ont primordialement appartenu.

Le guano a les plus grands rapports avec le nouvel engrais préparé par MM. Donat et compagnie, que l'on connaît sous le nom d'*urate*, et qui n'est autre chose que l'urine absorbée par la chaux, le plâtre, le sable, etc. ; car on sait que la fiente d'oiseau renferme les mêmes principes que l'urine, unie à des substances qui la solidifient.

(1) *Annales de Chimie*, t. 56 ; *Nouv. Diction. d'Hist. Nat.*, etc.

Les amendemens minéraux que l'on vient de décrire, se joignent donc à ceux que l'on extrait du règne animal, par le *guano* qui en est l'intermédiaire, et qui est un véritable *urate naturel.* On conçoit aussi que cette substance mixte remplit un double rôle ; c'est-à-dire, qu'elle modifie la consistance du sol, sa ténuité, son plus ou moins grand degré d'adhérence, à raison du sable, de la chaux ou du plâtre qu'elle contient, et qu'elle le stimule fortement par la présence des substances animales dont elle est pénétrée. Ceci s'applique particulièrement à l'urate artificiel dont on modifie le principe absorbant, pour l'approprier aux terrains que l'on veut amender et fumer à la fois (1).

(1) Voyez, pour les détails sur l'Urate de MM. Bonzt, le Rapport à la Société royale et centrale d'Agriculture, de M. Héricart de Thury.

tiner de manière à ne former qu'une seule masse, qu'on est forcé de briser pour donner passage à l'air, et éviter que le feu ne s'étouffe entièrement. Cette propriété, qui est incommode quand on fait usage de la houille grasse sur la grille des fourneaux à réverbères ou d'évaporation, est très-favorable, au contraire, à l'usage de la forge; car il en résulte qu'il se forme, en avant de la tuyère des soufflets, une espèce de petite voûte ardente sous laquelle le fer est également échauffé, qui ne s'écroule point quand on le retire du feu et quand on l'y replace, et qui est, par cette raison, très-avantageuse au travail des cloutiers. La flamme du charbon gras est blanche et longue; la chaleur qu'elle produit est très-forte, et sa fumée, quoique noire et abondante, est plutôt aromatique que fétide; les lits ou filets brillans qu'on remarque dans sa cassure transversale, sont les parties qui renferment la plus grande quantité de molécules combustibles, et qui laissent le moins de résidu après la combustion. Le contraire arrive aux portions ternes, qui s'approchent d'autant plus du schiste bitumineux, que leur aspect est plus terreux. Cette houille se trouve dans les terrains qui sont composés de couches alternatives de grès et de schistes, et l'on remarque à la surface de leurs feuillets des empreintes de plantes parfaitement conservées, qui appartiennent, pour la plupart, à la famille des

fougères en arbres, à celles des roseaux, des bambous, etc.

La houille grasse renferme plusieurs substances combustibles, qui ne s'enflamment point au même instant, et qui donnent naissance à deux combustions différentes, qui se succèdent sans se confondre. Le bitume est la partie qui brûle au moment où la houille s'allume ; c'est lui qui entretient la flamme et la fumée, conjointement avec l'ammoniaque et le soufre qu'elle renferme ordinairement. Le carbone ne commence guère à brûler qu'à l'instant où la flamme cesse de se manifester. Le bitume, le soufre et l'ammoniaque sont aussi les principales causes de l'odeur ; et c'est le bitume et l'ammoniaque qui produisent l'hydrogène carboné, que l'on extrait de la houille par la distillation en grand, et dont on commence à faire usage pour l'éclairage, au moyen de vastes appareils, qu'on nomme *thermolampes*, qui sont de l'invention de M. Lebon, ingénieur français, mais dont les Anglais se sont emparés avec empressement (1).

Le résidu de la distillation de la houille grasse,

(1) W. Murdoch croit cependant être le premier qui ait appliqué la combustion du gaz inflammable de la houille à l'éclairage en grand. Suivant lui, le premier essai notable eut lieu à l'occasion de la paix de 1802, pour l'illumination générale de la manufacture de Soho. (*Bullet. de la Soc. d'encourag.*, tom. 8, pag. 247 et suiv.)

ou la partie qui brûle sans flamme, ni fumée, ni odeur, est un véritable *charbon de houille;* on le nomme coke ou coak en Angleterre, et charbon dessoufré ou épuré en France. Cette substance est à la houille ce que le charbon de bois est au bois; elle est légère, très-poreuse, sonnante, d'un gris de fer souvent éclatant et comme verni; le résidu de sa combustion est une cendre plus ou moins rougeâtre, qui est pulvérulente quand elle a été lente, et qui est agglutinée en scories quand elle a été aidée par des soufflets ou un grand tirage. Le charbon de houille, qui est le produit de la première combustion de la houille grasse, brûle sans odeur ni fumée; il ne se colle jamais, et devient par-là, susceptible d'être employé dans les fourneaux où les minerais sont mêlés avec le combustible.

La fabrication du charbon de houille exige quelques précautions purement pratiques, qui se réduisent cependant à former, sur une aire préparée, des tas de houille carrés, longs ou ronds, dont le centre est occupé par les plus gros morceaux, qui sont recouverts de menue poussière; qu'on allume sur un ou plusieurs points; qu'on étouffe ensuite aussitôt qu'on s'aperçoit que la première combustion est terminée, et que tout le bitume et le soufre sont consumés. Tel est le procédé le plus usité en France, en Angleterre en Allemagne, et dont le produit en coke est

ordinairement des $\frac{3}{5}$ de la houille employée. Jars assure que 100 liv. de houille de Rive-de-Gier se réduisent à 65 liv. de coke, ce qui approche en effet de cette proportion. Dans d'autres pays, à Waldenbourg en Silésie, par exemple on carbonise la houille dans des fours analogues à ceux des boulangers; et enfin, quand on veut en retirer le bitume et les différens autres produits qu'elle contient, on opère dans des appareils fermés, construits en briques, qui conduisent la fumée sous des réfrigerans, et de là dans des réservoirs où elle se condense et où elle dépose son bitume, etc. Tel est, en raccourci, le procédé du lord Dundonnald, qui est suivi à Broseley en Shropshire, et qui fut importé en France par Faujas vers 1785. On retire par ce moyen, deux barils de goudron sur vingt milliers de houille, et la proportion du coke est plus forte que par les procédés précédens.

Le charbon fabriqué avec la poussière de houille est moins estimé que celui qui provient des gros morceaux; ils diffèrent d'ailleurs un peu par leurs principes constituans: en voici l'analyse comparative.

100 parties de coke fait au Creusot avec de la houille en morceaux, ont donné :

Charbon pur ou carbone.	96,7
Soufre.	0,3
Résidu terreux.	3,0
	100,0

100 parties de coke fait au Creusot avec de la houille en poussière, ont donné :

Charbon pur ou carbone.	89,24
Oxide de fer.	6,66
Chaux.	3,00
Alumine.	0,33
Silice.	0,77
	100,00

Cette chaux qui prédomine dans le résidu terreux, paraît nuire à la fonte du minerai de fer ; aussi évite-t-on de faire usage de ce coke seul, puisqu'il s'opposerait au succès de la fonte. Il est probable, au reste, qu'elle provient en grande partie d'un mélange accidentel de la houille menue avec la terre du sol.

Ces détails appartenaient plus particulièrement à cette espèce qu'à tout autre, puisque c'est la houille grasse qui produit le meilleur coke. Ce charbon léger se vend à la mesure, et le prix en est aussi variable que celui de la houille. A *Saint-Étienne*, la houille en morceaux, qu'on nomme pérat, se vend 2 fr. la beine. A *Fins* et à *Noyau*, en Bourbonnais, la meilleure qualité s'y débite à raison de 80 cent. le quintal. En Angleterre, elle est généralement moins chère encore ; et dans toutes les exploitations, la menue houille se donne à moitié prix. A Paris, la bonne houille se vend 4 fr. le quintal ; le cent de briquettes qui sont

faites avec de la poussière délayée dans un peu de terre grasse, coûte aussi 4 fr.; les bûches moulées valent 18, 24 et 30 sous, suivant leur grosseur.

En général, la houille grasse menue et la houille maigre en gros fragmens, ont à peu près la même valeur, et se vendent 25 à 30 pour 100 de moins que la houille grasse en gros fragmens; enfin la houille maigre menue vaut 75 à 80 pour 100 de moins que cette dernière. En 1812, dix millions de quintaux métriques ont été vendus en France sur le carreau des mines, 12 millions de fr., ce qui porte la valeur moyenne à 1 fr. 20 cent. le quintal métrique, moins de 12 sous le quintal de cent livres; ce qui prouve que la houille s'extrait d'une manière assez économique en France.

Voici, d'après M. Cordier, inspecteur divisionnaire des mines, le prix de la houille française, dans quelques principaux lieux de consommation, par quintal métrique :

A Bordeaux, 5 fr. 20 cent. grosse houille de Rive-de-Gier, propre à la forge; 4 fr. 20 cent. houille de Carmeaux; 3 fr. houille d'Aubin.

A Paris, 4 fr. à 4 fr. 50 cent. houille de Saint-Étienne et d'Anzin.

A Nantes, 5 fr. 70 c. houille de Saint-Étienne.

A Brest, 6 fr. 30 cent. même houille.

A Cherbourg, 4 fr. 50 cent. houille de Litry.

A Rouen, 5 fr. 35 c. houille de Saint-Étienne.

2. DE LA HOUILLE SÈCHE.

La houille sèche ou maigre est plus lourde et plus solide que la précédente; elle se brise moins facilement; sa couleur noire est moins foncée; sa cassure est souvent plus éclatante; elle s'enflamme plus difficilement, ne se gonfle pas au feu, ne s'y colle jamais, et produit une flamme bleuâtre et jaunâtre, assez semblable à celle du bois, elle donne une odeur désagréable, fétide, et empyreumatique. La houille sèche contient généralement moins de bitume à la distillation que la houille grasse (1); mais il est plus également répandu dans la masse totale; car on ne remarque pas dans sa cassure, ces espèces de lits brillans qui alternent dans la houille grasse avec des veines ou feuillets terreux, qui passent insensiblement au schiste bitumineux.

Cette houille se rencontre ordinairement dans les montagnes ou dans les pays calcaires qui renferment des coquilles; rarement elle est accompagnée d'empreintes végétales. Elle se carbonise difficilement, et ne produit qu'un charbon ou

(1) Faujas, qui s'était occupé spécialement de la distillation en grand des houilles, assure avoir retiré quelquefois beaucoup plus de bitume de la houille sèche que de certaines houilles grasses, et constamment deux et jusqu'à trois fois plus d'ammoniaque (alkali volatil). *Essai sur le Goudron minéral*, Paris, 1790.

coke de médiocre qualité, qui laisse un résidu considérable et qui donne une faible chaleur.

La houille sèche, peu propre à la forge, puisqu'elle ne se colle point, est cependant susceptible des deux combustions dont j'ai parlé en traitant de la houille grasse, et elle convient parfaitement au service de la grille des fourneaux à réverbères et à évaporation, à celui des verreries, des fours à chaux, etc. Souvent mêlée à une grande quantité de pyrites qui se décomposent, elle a la propriété fâcheuse de s'enflammer spontanément dans les magasins humides et dans l'intérieur même des mines, où il est toujours imprudent de l'abandonner quand elle est extraite. Le moyen le plus sûr d'éteindre un tas de houille enflammé n'est point d'y verser de l'eau, mais de l'étendre en la jetant à la volée sur une aire quelconque. On employa ce procédé à Narbonne pour éteindre un bateau de charbon qui arrivait de Bize, qui avait été humide pendant tout le trajet, et qui s'embrasa naturellement. Il est donc convenable de garantir cette houille de l'humidité, de ne point l'accumuler en tas trop considérables, et de l'enfermer dans des magasins couverts. On reconnaîtra facilement celle qui est ainsi *pyrophorique* aux petites efflorescences vitrioliques dont elle se couvre, et à la facilité avec laquelle on la voit s'émietter sur place et sans qu'on la touche.

3. DE LA HOUILLE COMPACTE.

La houille compacte est d'un noir grisâtre ; sa cassure est ondulée ou plane ; elle se brise aisément, et ses fragmens sont souvent cuboïdes ; elle s'allume facilement, brûle avec une flamme brillante, vive et légère, laisse peu de résidu, et ne produit qu'une chaleur peu intense : son poids est de 86 liv. le pied cube.

Ce charbon, qui n'est pas très-répandu, et qui accompagne, dit-on, la houille grasse dans les mines de Newcastle, porte en Angleterre, le nom de *cannel-coal*, et l'on assure qu'il doit cette dénomination, qu'on peut traduire en français par *charbon-chandelle*, à la flamme qu'il produit en brûlant, et dont la vivacité permet à ceux qui en font usage, de travailler le soir à la lueur du foyer. On cite de la houille compacte dans le duché de *Lancastre* et dans celui de *Kilkenny* en Irlande.

Quelques minéralogistes ont cru devoir réunir ou rapprocher au moins la houille compacte du jayet, qui est un lignite ; mais il paraît que cette réunion n'est point fondée, surtout d'après son association dans les mines de houilles grasses.

GISSEMENT DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE HOUILLES.

Les houilles ne se trouvent point indifféremment dans toutes sortes de terrains : on n'en trouve jamais ni dans les pays primordiaux, ni dans les pays tout-à-fait modernes ; c'est-à-dire, ni dans les granits ni dans le calcaire grossier analogue à celui des environs de Paris, mais parmi les terrains dont l'ancienneté relative est intermédiaire entre les formations antiques et les formations récentes ; il en existe plusieurs qui servent habituellement de gîte aux couches ou aux amas de houille, et qui, par cette raison même, ont reçu des minéralogistes et des géologues le surnom de *terrains houillers*. On en distingue de quatre formations différentes ; mais pour éviter d'entrer ici dans des discussions géognostiques, et pour envisager le sujet d'une manière plus générale et plus conforme au plan de cet ouvrage, on dira simplement 1° que la houille se trouve dans les terrains qui sont composés de couches alternatives de grès, d'argiles et de schistes impressionnés ; 2° dans des terrains calcaires assez anciens, et analogues à celui des montagnes du Jura (1).

(1) La formation du grès blanc est peu répandue ; celle des pays volcaniques n'appartient qu'aux *lignites*.

Les pays de grès qui ont plus particulièrement reçu le nom de terrains houillers, sont toujours (1) appuyés contre les montagnes qui appartiennent à la formation des granits, c'est-à-dire, sur les roches qui ne renferment jamais la plus petite trace de corps organisés, et qui sont par conséquent bien antérieures à celles qui constituent la formation houillière.

Le nombre des couches de houille qui sont comprises dans ces terrains, et qui en forment la partie la plus intéressante, leur inclinaison, leur direction, leurs qualités, varient dans presque chaque localité; mais on peut dire, d'une manière générale et même assez constante, que les dépôts qui alternent avec ces couches de combustibles sont des grès, des argiles, des schistes, et l'on remarque avec beaucoup de raison, que ces grès des houillères (psammites des minéralogistes) ont un rapport frappant avec les roches environnantes, aux dépens desquelles il paraît qu'ils ont été formés (2).

(1) Ici, comme dans tout ce qui tient au gissement des houilles, je ne tiens pas compte de quelques points équivoques qui semblent faire exception à la règle générale, et qui sont d'ailleurs sujets à révision.

(2) A l'appui de cette belle observation, je cite les grès houillers de la Dordogne et de la Corrèze, qui sont adossés aux montagnes granitiques qui renferment les vastes dépôts des kaolins de Saint-Yriex, et qui sont eux-mêmes pénétrés et agglutinés par cette même terre à porcelaine, qui s'y présente aussi en noyaux purs.

Ces couches de grès, d'argile, de schistes (1) et de houilles, courent toujours dans le même sens que les vallons dans lesquels on les rencontre ordinairement, et doivent être considérées comme les parties d'une seule et même formation qui se seraient répétées à plusieurs reprises. Aussi est-il extrêmement rare de ne trouver ces différentes couches qu'une seule fois et sans récidives; la même exploitation, le même percement rencontrent presque toujours plusieurs couches de houille. L'exploitation de Rive-de-Gier, en renferme trois; celle de la Ricamarie, près Saint-Étienne, vingt-une; celle de Duttweiler, près Sarrebruck, trente-deux; celle d'Anzin, près Valenciennes, onze; celle de Frelnu, près Mons, sept; celle de Newcastle, seize, etc.; enfin, dans la montagne de Saint-Gille, à Liége, Genneté en a reconnu et décrit soixante-une. L'épaisseur des couches de houille est presque aussi variable que leur nombre, et elle devient parfois si considérable, qu'on doit la regarder, soit comme l'assemblage de plusieurs couches très-voisines, soit comme des masses, et non plus comme de simples couches.

Les houillères qui fournissent souvent les qua-

(1) On pourrait ajouter, *et de fer carbonaté lithoïde*, sorte de minerai de fer qui accompagne ordinairement la houille, et dont les Anglais tirent un excellent parti, en l'exploitant de concert avec elle.

lités les plus parfaites de charbons, sont généralement situées sur le bord des larges vallées qui servent de lit à quelque fleuve ou rivière, ou dans les anses, les vallons, gorges ou petites vallées qui s'y rattachent et viennent y aboutir. C'est ainsi que les mines de Saint-Étienne, de Sant-Rambert, de Décise, du Creusot, de l'Anjou, du Bourbonnais, etc., se sont trouvées dans des vallons qui débouchent dans la grande vallée de la Loire (Faujas, Duhamel, Voigt, etc.). L'on peut encore dire d'une manière générale, que la puissance des couches de houille augmente, et que la qualité du charbon qu'elles fournissent s'améliore, à mesure qu'on les attaque à de grandes profondeurs; que rarement la partie qui se montre au jour est susceptible d'être exploitée avec fruit, et qu'on doit même la laisser intacte, dans l'intérêt futur de l'exploitation.

En indiquant la marche à suivre dans la recherche des gîtes de houilles, j'acheverai d'exposer ce qui reste à dire sur la constitution de ce terrain, qui renferme les plus grandes exploitations connues, et qui est presque toujours accompagné ou précédé par les mêmes roches.

Les pays calcaires dans lesquels on peut espérer de rencontrer des couches de houilles, appartiennent à ces chaînes de second ordre qui sont appuyées sur la base des Alpes ou des Pyrénées, et qui les circonscrivent au loin.

Le calcaire qui constitue cette seconde formation, ou du moins sa masse principale, est ordinairement coquiller, compacte et d'un grain serré; sa couleur varie du blanc jaunâtre au gris clair, et il forme des assises ou bancs horizontaux, qui présentent des coupes verticales en forme de degrés gigantesques.. Mais à mesure qu'on approche du gîte de la houille, les grands bancs s'effacent, la pierre devient marneuse et friable, se divise en feuillets minces, qui forment des monticules arrondis où l'on aperçoit déjà quelques traces de charbon; viennent ensuite les feuillets noircis par le voisinage du combustible, mais où le calcaire domine toujours, et enfin la houille elle-même, dont l'épaisseur et l'inclinaison varient comme celles des couches calcaires qui la couvrent et la supportent, et dont elle n'est séparée que par un feuillet argileux.

Ces houillères, dont le charbon est toujours inférieur en qualité à celui des terrains de grès, et qui appartient ordinairement à l'espèce de houille sèche, existent souvent à d'assez grandes hauteurs. Celles d'Entreverne et d'Arrache en Savoie, celle de Forcalquier en Provence, celle des Diablerets en Valais, et mieux encore celle de Bogota près de Santa-Fé, au Pérou, sont des exemples à l'appui de cette remarque. Enfin les mines de houille des environs de Marseille, de Toulon, d'Aix, etc., sont situées dans le terrain calcaire.

Je ne citerai point, ainsi que j'en ai déja prévenu, les houillères des terrains volcaniques : ce sont des gîtes accidentels qui n'autorisent aucunement les recherches dans ces pays qui ont été le domaine du feu à une époque reculée ; d'ailleurs la plupart des prétendues houillères qu'on a reconnues sous les produits des anciens volcans, appartiennent aux lignites, dont il sera parlé dans un article séparé.

DE LA RECHERCHE DES HOUILLES,

ET DES INDICES DE LEUR PRÉSENCE.

Connaissant les terrains dans lesquels on peut espérer de découvrir de la houille, et ceux qui n'en ont jamais offert, on peut déjà se diriger à l'aide de ces premières données, et se dispenser d'attaquer les roches qui ne présentent aucune probabilité de réussite ; à ces premières remarques, qui doivent servir de base à toutes recherches, nous ajouterons les indices suivans, qui sont les plus certains et les plus précis :

1° L'affleurement d'une couche à la surface du terrain, se manifestant par une trace noire, dans un escarpement ou dans une terre nouvellement labourée ; la présence de quelques schistes noirs et pouris, renfermant des parcelles de houilles qui brillent au soleil, et qu'on en sépare

aisément par le lavage de quelques poignées de cette terre noire.

2° La rencontre de quelques fragmens de houille dans le lit d'un torrent ou d'un ruisseau.

3° Le suintement de quelques eaux ferrugineuses ou bitumineuses.

4° Enfin la présence alternative du grès, des houillères, des argiles brunes et des schistes impressionnés.

Pour rechercher ces indices, eux-mêmes, on devra remonter toutes les petites vallées collatérales, et tous leurs embranchemens jusqu'à la partie la plus élevée, qui se termine toujours par la réunion des deux côtés en forme d'impasse ou de cul-de-sac.

On collectera des échantillons de toutes les couches qui se seront montrées au jour, avec des étiquettes sur lesquelles on énoncera le lieu précis de leur origine, ainsi que la direction et l'inclinaison des couches auxquelles ils ont appartenu. On coupera ces vallons par des courses transversales en visitant attentivement tous les éboulemens, tous les arrachemens et tous les ravins qui seront faits à la suite de ces grandes pluies d'orage qui sillonnent la surface de la terre, et qui mettent souvent la roche à nu. On ne négligera aucune excavation, aucune carrière, aucun chemin creux; et dans les places gazonnées, on ne dédaignera pas même le travail extérieur de la taupe. De

retour de ces courses lithologiques, on consultera la carte sur laquelle on aura marqué les lieux qui auront donné sujet à quelque remarque, et surtout les limites du terrain houiller et du terrain granitique, si le hasard a voulu qu'on les ait coupées sur plusieurs points. On devra, dans tous les cas, porter une attention particulière et revoir à plusieurs reprises les bancs de grès et de schistes qu'on aura pu rencontrer. On fera gratter la terre avec un pic, partout où le schiste noir et pourri se présentera au jour; et s'il est encaissé entre deux bancs de grès, s'il se présente sous l'aspect d'une terre grise, bleuâtre, noirâtre ou micacée, qu'il renferme des noyaux ferrugineux, qu'il contienne de petits grains noirs qui craquent sous la dent sans se dissoudre dans la salive, on peut regarder cette place comme un affleurement, et espérer d'y trouver de la houille.

Avant d'arriver sur le terrain houiller, proprement dit, on rencontrera à des distances même assez considérables, c'est-à-dire à deux ou trois lieues et plus, des bancs d'un calcaire gris ou fauve, qui est remarquable par les coquilles fossiles qu'il renferme et dont les espèces lui sont particulières: ce sont les gryphites, les bélemnites et les ammonites (1). Ces pierres calcaires

(1) Les *gryphites* sont des coquilles bivalves dont la valve supérieure a la forme d'une grosse griffe recourbée; les *bélem-*

sont ordinairement superposées aux roches qui constituent la formation des houilles grasses, et sont souvent recouvertes elles-mêmes, par des bancs d'argile et des minerais de fer, par des couches de gypse, etc.

Tels sont les principaux indices qui peuvent aider et conduire à la découverte des couches de houille dans les terrains de grès; quant à ceux qui sont particuliers aux pays calcaires, ils sont moins nombreux, et ne se manifestent pas à d'aussi grandes distances des gîtes du charbon. L'affleurement des couches elles-mêmes, la couleur plus ou moins noire des feuillets du calcaire argileux qui les avoisine, l'odeur fétide qu'ils répandent quand on les frappe, et parfois la présence de quelques infiltrations bitumineuses, sont à peu près les seules marques précises qui soient propres aux terrains calcaires houillers.

Quant aux indices faux, aux indices qui ne se sont accrédités que par le charlatanisme et l'ignorance, on doit citer le climat, la latitude, l'âpreté du sol, les prétendues exhalaisons sulfureuses qui traversent la terre qui couvre la houille, et surtout cette fameuse baguette divina-

nites ont la figure d'un cône allongé, et ressemblent à des chevilles dont la cassure transversale présente des rayons divergens, qui partent du centre; enfin les *ammonites*, ou *cornes d'Ammon*, sont des fossiles qui présentent la figure spirale des volutes, et dont la forme est discoïde.

toire à la vertu de laquelle bien des gens ont encore la bonté de croire, et qui, comme on le sait, doit tourner entre les mains des initiés toutes les fois qu'ils approchent des trésors enfouis, des sources, des mines, etc.

La découverte d'une couche de charbon ne consiste pas seulement à en reconnaître les simples indices; il faut au moins qu'elle soit mise au jour sur un certain développement, qu'on puisse en mesurer l'inclinaison, au moyen d'un demi-cercle ou d'un *aplomb*, afin de connaître de combien elle plonge en terre par toises ou par mètres, et qu'on soit à même aussi, d'examiner et son toit et son mur, c'est-à-dire, la roche qui la recouvre immédiatement et celle sur laquelle elle repose. Une tranchée à ciel ouvert, toutes les fois que le local le permet, est le premier et le plus économique de tous les travaux de recherches qu'on doive exécuter; mais il arrive souvent qu'on est obligé de pousser des galeries horizontales ou inclinées, soit sur la couche elle-même, soit perpendiculairement à son inclinaison et de manière à la traverser en allant dans le sens des couches sur lesquelles elle est appuyée, et qui lui sont inférieures en situation. Un percement perpendiculaire, un puits, est quelquefois indispensable pour recouper la couche à une certaine distance du point où elle se montre au jour; mais on peut suppléer à ce travail, qui est toujours

très-coûteux, par un ou plusieurs coups de sonde.

La sonde est un instrument de fer, une espèce de tarière dont la pièce inférieure se rechange à volonté, et présente des formes qui varient en raison des usages auxquels on les destine; tantôt c'est une espèce de pilon à pointe mousse; tantôt c'est une masse carrée dont le dessous est hérissé de pointes surbaissées; tantôt ce sont deux taillans disposés en croix; tantôt c'est une tarière analogue à celles dont on fait usage pour forer les corps de pompe, et qui sert à curer le trou des matières qui ont été pulvérisées par les autres instrumens, ou à traverser les argiles (1). Enfin à mesure qu'on approfondit le trou, l'on visse ou l'on assujettit d'une autre manière, des verges de fer qui servent d'allonges; et l'on parvient ainsi, en manœuvrant cette énorme tarière, soit à l'aide d'un tourniquet, soit en frappant avec elle-même, au moyen d'une petite chèvre qui la soulève, à traverser les divers bancs d'un terrain jusqu'à la profondeur de cent toises. On est obligé pour avancer, de curer très-souvent le trou de la sonde; ce qui donne la facilité de connaître à chaque instant, la nature de la pierre qu'on traverse, et l'instant où l'on atteint la couche de

(1) M. Billard, artiste mécanicien, demeurant à Paris, rue des Noyers, près Saint-Yves, a déjà établi plusieurs sondes pour l'inspection des carrières sous Paris; on peut donc s'adresser à lui pour la confection de cet instrument, qui demande

houille. On conçoit qu'en mesurant de combien la sonde s 'est enfoncée, du moment où l'on atteint la houille, jusqu'à celui où l'on s'aperçoit qu'on l'a dépassée, on obtient d'une manière assez juste l'épaisseur de cette couche. Ce mode de recherche, qui est très-usité en Angleterre, est fort économique en comparaison de celui par puits et galeries (1). Il est vrai de dire qu'il n'est point aussi satisfaisant et qu'il exige une surveillance active et continuelle de la part de celui qui le fait exécuter; car on a vu des ouvriers infidèles jeter de la houille dans le trou de la sonde pour induire le propriétaire en erreur, et pour l'engager à exécuter des travaux plus importans,

beaucoup de soin dans son exécution. Voici le prix des outils de rechange, non compris les allonges :

	fr.
Le trépan triangulaire.	55
La tarière à glaise.	50
La curette.	40
Le trépan à pointe obtuse.	35
Le trépan à mille pointes.	35
La batte à beurre en croix.	40
Le tire-bourre conique.	50
Le tire-bourre cylindrique.	50
	355

Les allonges, 1 fr. la livre.

(1) Jars rapporte qu'on estimait, en 1765, le sondage de cent toises en Angleterre à 238 liv. sterl., ou 5712 fr. (*Voyages métal.*, t. 1, p. 184.)

auxquels il se laisse d'autant plus facilement entraîner, qu'il semble assez fondé dans ses espérances. Le plus sûr moyen de déjouer ce genre de friponnerie, est de tenir un surveillant pendant tout le temps du travail, et de fermer à clef le trou par une trappe, pendant les heures et les jours de repos. On ne devra se livrer définitivement à des travaux coûteux, qu'après avoir répété le sondage à des distances raisonnées du premier trou d'épreuve; quelque coûteux, quelque long que ce genre de recherches puisse paraître à l'impatience de celui qui les fait exécuter, elles seront toujours beaucoup plus économiques et beaucoup plus expéditives que le puits le plus étroit qu'on puisse foncer. Plusieurs sondages consécutifs ont d'ailleurs l'avantage de procurer des données sur l'inclinaison et la direction de la couche, et surtout de donner une sécurité qu'on attendrait en vain d'une seule et unique épreuve.

Si le propriétaire, encouragé par un premier succès, se détermine à entreprendre quelque travail important, qu'il ne s'en fie point à sa propre intelligence; et quelle que soit d'ailleurs l'étendue de ses connaissances, s'il n'a point l'habitude des mines, qu'il s'adjoigne un homme de l'art ou du moins un bon maître mineur, chose encore assez rare en France. Espérons que l'école pratique des mineurs charbonniers qui s'établit à

St.-Etienne, département de la Loire, sous la direction de M. Baunier, ingénieur en chef, répandra sur le sol de la France un certain nombre de ces hommes précieux, qui nous arrivent de différentes parties de l'Allemagne, mais qui nous en imposent d'autant plus souvent, que leur ignorance et leur routine aveugle se cachent à l'abri de la difficulté qu'ils éprouvent à s'exprimer. Je ne prétends point dire que les Bergmeister, les Bergsteiger d'Allemagne, soient tous ignorans : il en existe au contraire de fort habiles ; mais en général ils sont pénétrés d'une routine à laquelle ils tiennent avec toute la ténacité qui caractérise les peuples du nord.

OPINION LA PLUS GÉNÉRALEMENT ADOPTÉE SUR L'ORIGINE DE LA HOUILLE.

Presque tous les naturalistes s'accordent à donner une origine végétale à la houille, ils ne diffèrent entre eux que dans l'explication du fait ; mais ce qu'il y a de certain et ce qui est hors de toute contestation, c'est que les bancs schisteux qui recouvrent la houille, renferment des empreintes de plantes ou même des plantes en nature, comme j'en ai découvert récemment, et que toutes les parties ligneuses de ces végétaux sont changées en charbon parfaitement semblable

aux couches de celui qu'elles recouvrent; qu'après avoir distillé des houilles où l'aspect ligneux est absolument voilé par le bitume, le coke qui en résulte présente souvent les traces très-apparentes des couches annuelles des bois qui leur ont donné naissance (Faujas); mais qu'il est probable, ainsi que le pense M. Voigt, que les bois et les plantes qui auraient donné naissance à la houille, auraient subi une altération particulière à l'époque où ils flottaient au sein des mers; qu'ils se seraient réduits en une matière visqueuse, et peut-être fluide, qui aurait eu la faculté de pénétrer dans les plus petites fentes de la roche, et de former ces filets contournés et déliés dont on ne pourrait point expliquer l'existence autrement; qu'enfin il est probable aussi que ces énormes radeaux, pendant leur long séjour dans les eaux, se seront mêlés avec des matières animales en putréfaction, qui auront produit le bitume en partie, et peut-être la totalité de l'ammoniaque que l'analyse y retrouve. Je crains d'entamer les contestations géologiques, de m'égarer, avec tant d'autres, dans les explications hasardées, et je m'empresse de répéter qu'il est plus que probable que les houilles sont dues à de grands amas de matières végétales, mélangées à quelques substances animales, et que la plupart des circonstances qui accompagnent leur gissement, s'accordent parfaitement avec les produits de l'analyse

pour appuyer cette opinion, qui est aussi la plus généralement adoptée.

DES PRINCIPALES MINES DE HOUILLE,

ET DE LEUR PRODUIT ANNUEL.

L'Angleterre et l'Ecosse renferment les plus grandes exploitations de houille qui existent au monde; elles y sont multipliées à l'infini, et en raison directe, non-seulement de l'énorme consommation de l'Angleterre unie à l'Écosse et à l'Irlande, mais encore de l'exportation considérable qui s'en fait journellement; plusieurs de ces vastes mines présentent la réunion des plus grands moteurs qu'on ait pu imaginer, et des moyens de transport les plus simples et les plus économiques. C'est à l'aide de la navigation souterraine et extérieure, à l'aide de canaux et d'écluses doublés de fer et construits dans l'intérieur même de ces mines, à l'aide des pentes ménagées avec art, où le frottement des chariots est presque annulé par les lames de fer fondu sur lesquelles ils roulent, et qui permettent de les abandonner à leur propre mouvement pendant des lieues entières, que tous ces transports s'exécutent. C'est avec ces grands moyens d'économie, qui se répètent mille fois par jour, qu'on parvient en Angleterre, à livrer le combustible à vil prix aux consommateurs, et qu'après une longue navigation, ces mêmes char-

bons, qui ne sont point meilleurs que les nôtres, viennent rivaliser de prix dans nos ports, avec ceux que nous extrayons de nos provinces.

Les seules mines de Newcastle, qui sont à la vérité les exploitations les plus productives que l'on connaisse, emploient, dit-on, plus de soixante mille individus, et produisent annuellement trente-six millions de quintaux métriques de houille.

La France, réduite à ses nouvelles limites, ne renferme point d'exploitations aussi gigantesques que celles qui existent en Angleterre; mais on aurait une fausse idée de sa richesse en ce genre, si l'on en jugeait par le petit nombre de mines de houille qui y sont exploitées en grand; cette indifférence apparente tient à ce que la consommation de ce combustible est assez bornée; que l'usage est si loin d'être général, qu'il existe à Paris même, des usines nationales et des établissemens publics où l'on persiste à brûler du bois, tandis qu'il serait possible d'y consommer de la houille. On connaît en France, quarante départemens environ qui renferment des couches ou des mines de houille (1); dans plusieurs, les gîtes ne

(1) Ces départemens sont: l'Allier, les Alpes (Basses), les Alpes (Hautes), l'Ardèche, l'Aude, l'Aveyron, les Bouches-du-Rhône, le Bas-Rhin, le Calvados, le Cantal, la Corrèze, la Creuse, les Deux-Sèvres, la Dordogne, le Finistère, le Gard, le Haut-Rhin, la Haute-Loire, la Haute-Saône, l'Hé-

sont point exploités faute de débouchés ; dans d'autres, il n'a encore été exécuté que de simples travaux de recherches, et cependant on compte déjà en France deux cent trente-six mines, d'où l'on extrait annuellement neuf millions de quintaux métriques (1) de houille, ayant sur le carreau des mines une valeur de 10 à 11 millions de francs ; valeur qui devient de 40 millions de francs au moins, pour la masse des consommateurs, puisque le transport aux lieux de la consommation, triple, quadruple ou décuple le prix du charbon.

Ces neuf millions de quintaux, qui ne sont rien en comparaison de la consommation de l'Angleterre, qui s'élève à soixante-quinze millions de quintaux métriques (2) par année, sont produits savoir :

1° Trois millions par les mines de Saint-Étienne, de Rive-de-Gier et des environs, sur lesquelles quatorze cents ouvriers sont occupés immédiatement, et où il existe onze machines à vapeur, six machines hydrauliques, et soixante-dix machines à molettes ou à chevaux. L'excellent charbon

rault, l'Isère, la Loire, la Loire-Inférieure, le Lot, la Manche, le Maine-et-Loire, la Moselle, la Nièvre, le Nord, le Pas-de-Calais, le Puy-de-Dôme, les Pyrénées-Orientales, le Rhône, le Tarn, le Var, et Vaucluse.

(1) Le quintal métrique est composé de 100 kilog., qui égalent environ 204 liv. poids de marc.

(2) Héron de Villefosse, *Richesse Minérale*, t. 1.

qu'elles produisent est transporté d'une part, jusqu'à Paris par le canal du Centre, et de l'autre dans tout le midi par le canal de Givors, le Rhône, le canal du Languedoc, et jusqu'à Bordeaux par la Garonne.

2° Trois millions par les exploitations du département du Nord, qui occupent quatre mille cinq cents ouvriers mineurs, et sur lesquelles on a élevé sept machines à chevaux, neuf machines à vapeur pour l'épuisement, et seize machines de rotation continue, pour l'extraction de la houille. Cette contrée renferme les mines d'Anzin et de Raismes, qui sont les plus considérables de France, et dont la profondeur varie entre six et douze cents pieds; le charbon qu'elles produisent est de bonne qualité, se répand dans tout le nord de la France, et arrive même jusqu'à Paris par le canal qui unit l'Oise à l'Escaut.

3° Enfin le dernier tiers de la masse de houille qui s'extrait annuellement en France, provient des mines de Litry, de Crameaux, de Champagny, du Creusot, de Fins, de Noyan, de Saint-Georges, et de toutes les autres exploitations qui sont répandues dans les quarante départemens que nous venons de citer; ce n'est donc pas la houille qui manque à la France, mais c'est la consommation qui est en retard. Par quelle fatalité nos ports sont-ils donc encore ouverts aux charbons anglais, qui ne sont point meilleurs que les nôtres,

nous ne saurions trop le répéter (1), mais dont l'introduction entretient toujours ce préjugé si funeste à l'industrie française, que tout ce qui est étranger à notre sol est supérieur et préférable à ses produits?

La Belgique est riche en exploitations de houilles; celles des environs de Mons, de Charleroi, de Liége, sont très-importantes; on en compte trois cent cinquante, qui occupent vingt mille ouvriers, et qui produisent annuellement environ douze millions de quintaux métriques de houille de bonne qualité.

L'Allemagne, prise en masse, n'est point aussi bien partagée sous le rapport des mines de houille, que les contrées que nous venons de citer; on peut néanmoins regarder comme très-importantes les houillères du pays de Sarrebruck, de la Roër, du comté de la Marck, celles du pays de Tœklenbourg, et les cent mines de la Silésie, qui sont répandues aux environs de la ville de Schweidnitz; enfin la Saxe, la Bohême, l'Autriche, le Tyrol, la Bavière, le Hanovre, le Hartz, la Hongrie et quelques autres provinces allemandes,

(1) En 1817, l'importation de la houille en France par mer, s'est élevée à 2,388,513 quintaux métriques, et a fait sortir de France la somme de 9 millions de francs, déduction faite du droit d'entrée, qui est de 1 fr. par navire français, et 1 fr. 50 c. par navire étranger, pour chaque quintal métrique. (Cordier, inspecteur divisionnaire, *Annales des Mines*, t. 3, p. 596.)

renferment aussi quelques mines de houille, mais qui sont d'une importance bien secondaire. Il paraît que les vastes contrées qui sont situées plus au nord, telles que la Suède, la Norwège, et surtout la Russie, sont à peu près entièrement privées de ce précieux combustible.

L'Italie, le Piémont, la Savoie, la Suisse, l'Espagne et le Portugal, n'offrent aucune exploitation importante de houille, et une partie de celles qui y sont en activité ne produisent que des charbons médiocres.

On a peu de renseignemens précis sur l'existence de la houille dans les autres parties du monde; Marc Paul assure qu'il en existe à la Chine, qu'on la brûle à la place de bois, et qu'elle se tire des montagnes du Cathai ou Cattay, dans la partie septentrionale de l'empire. Des renseignemens plus récens nous apprennent qu'il n'existe peut-être pas de contrée dans l'univers qui soit aussi riche en mines de houille que la Chine; aussi emploie-t-on ce combustible dans les fourneaux de toute espèce d'ouvriers, dans les cuisines de toutes les maisons, et dans les poîles qui échauffent les lits et les appartemens pendant l'hiver (1); on la nomme *encre de pierre* (2). Il paraît qu'il en existe aussi au Japon et à Mada-

(1) *De la Chine*, par l'abbé Grosier, t. 2, p. 220.

(2) *Encyclopédie Japonaise.*

gascar. On en a découvert récemment à Botany-Bay, près de la ville de Sidney ; on a l'espoir d'en trouver dans la haute Égypte ; enfin on sait qu'il en existe en Amérique, dans les Cordilières, à Saint-Domingue, au Canada, à la Louisiane, et surtout aux États-Unis, dans la partie occidentale de la Pensylvanie et de la Virginie. On en cite aussi au Groënland ; mais si on en juge par les échantillons qui sont parvenus en France, ce ne sont que des lignites.

USAGES ET IMPORTANCE DE LA HOUILLE.

La houille peut être employée dans tous les arts et dans toutes les manufactures qui ont le feu pour mobile ; la fabrication des porcelaines dures, est peut-être la seule qui fasse exception à cette règle générale : mais de même qu'on est forcé de convertir le bois en charbon pour le rendre propre à une foule d'usages, de même aussi est-on obligé de carboniser la houille pour la rendre susceptible de servir à diverses opérations particulières.

Les travaux métallurgiques, ou la fabrication des métaux, absorbent à eux seuls une quantité énorme de combustible ; ce sont eux qui dévastent nos forêts, et dans certaines contrées où le bois est rare, on est forcé de limiter le nombre des établissemens de ce genre, d'entraver l'in-

dustrie, de détruire la concurrence et d'anéantir l'émulation, par la seule raison que les bois ne sont point assez abondans, que ceux qui existent sont déjà destinés au service des fonderies actuelles, et qu'on peut calculer d'avance et le moment où ils seront entièrement épuisés, et celui où ces usines seront abandonnées pour toujours. A ce tableau, malheureusement trop exact, si l'on oppose celui d'une contrée où l'extraction des houilles soit déjà ancienne, on sera frappé d'un contraste véritablement extraordinaire. Je ne prendrai point mon exemple en Angleterre, où l'exploitation de la houille est une des bases de la prospérité nationale, où les vaisseaux qui la transportent constituent à eux seuls une marine intéressante, qui s'honore d'avoir compté le fameux Cook à son bord; mais c'est dans la France elle-même que je le choisirai: je comparerai le ci-devant Forez et ses environs aux provinces du Périgord et du Quercy.

En Forez tout est actif et animé; Saint-Étienne, le Birmingham de la France, étend son heureuse influence à dix lieues à la ronde; hommes, femmes, enfans, vieillards, tous sont utilement occupés, tous ont une teinte de gaieté qui est l'apanage du travail et de l'aisance; le bruit des machines à vapeur se confond avec celui des métiers à rubans; la flamme des verreries, le feu et le fracas des forges, les fours à chaux, les fours

à briques qui bordent les routes et les canaux, couverts de chariots et de bateaux énormes, destinés à porter au loin le produit de ces fabriques ; tout annonce une population heureuse et occupée ; l'industrie perce de tous côtés, l'on admire tant de bienfaits, et l'on apprend que le mobile unique de toute cette activité tient à l'existence de quelques couches de houille dont l'extraction est voisine.

Le Périgord, le Quercy sont traversés aussi par des routes importantes, par des rivières navigables ; ils renferment des couches de houille tout comme le Forez, on les connaît depuis longtemps ; mais par une fatalité et par une insouciance impardonnable, ces belles provinces sont plongées, au moins en grande partie, dans une sorte d'apathie, d'indolence, qui contrastent avec le beau ciel qui les éclaire, et qui seraient remplacées par tous les avantages de l'industrie et du commerce, si l'on donnait suite aux exploitations qui n'y sont qu'ébauchées, et si les manufactures pouvaient s'y multiplier par l'attrait d'un combustible abondant et peu coûteux. La houille carbonisée, nous l'avons déjà dit, est propre à la fonte des minerais de fer, de cuivre et de plomb : son emploi exige, il est vrai, quelques changemens dans la construction des fourneaux où l'on fait usage du charbon de bois ; mais les avantages qu'elle procure sont tellement importans, que cette

légère dépense ne peut jamais leur être opposée.

Plusieurs ingénieurs français ont fait des recherches et des travaux qui honorent leur patriotisme, en s'efforçant de substituer la houille au charbon de bois dans le travail du fer, ainsi que cela se pratique généralement en Angleterre ; il résulte, entre autres, des travaux de M. Rosière :

1° Que la houille brute peut s'employer pour un cinquième dans les feux d'affineries ou de renardières, en la mêlant à du poussier de charbon de bois, et qu'ainsi l'on peut épargner le tiers du charbon de bois qu'on emploie journellement à cet usage ;

2° Qu'au martinet, la bonne houille peut être employée seule ;

3° Que dans les batteries pour la tôle, son usage peut diminuer la moitié de la quantité du charbon de bois ;

4° Enfin, que pour l'affinage et le raffinage de l'acier, la houille peut être employée seule.

M. Blavier, de son côté a prouvé qu'on peut employer le charbon de houille dans le traitement du minerai de fer à la catalane, au moins dans la proportion des $\frac{47}{48}$ contre $\frac{1}{48}$ seulement de charbon de bois ; et il ajoute même qu'on peut mettre de la houille brute sur le foyer, pourvu qu'elle ne touche jamais le minerai. Il estime à $\frac{1}{6}$ la proportion de cette houille crue par rapport à la masse totale du combustible.

Depuis long-temps le magnifique établissement du Creusot a donné l'exemple aux autres fonderies, en ne se servant exclusivement que du charbon de houille dans ses hauts fourneaux, et de houille crue dans ses réverbères; et ce n'est qu'au moyen de ce combustible seul, qu'ont été fondus les voussoirs de la coupole de la Halle au blé de Paris, les vasques et les lions du Château d'Eau du boulevard de Bondy, ceux du palais de l'Institut, et tant d'autres machines qui font honneur aux talens de l'ingénieur Pernolet, qui en dirigea la fonte. La fonderie des mines de cuivre de Chessy, près Lyon, celles de MM. Frerejean, Miremont et Blumenstein à Vienne, sont également alimentées par la houille crue et par la houille carbonisée; les premiers pas sont donc déjà faits, et tout porte à croire que cet usage s'étendra de plus en plus.

Si l'on éprouve quelques difficultés dans l'emploi de la houille, lorsqu'elle doit être en contact immédiat avec le minerai ou avec le métal lui-même; si les houilles pyriteuses sont nuisibles au travail du fer, il ne reste aucun obstacle à surmonter, et toutes les houilles sont indifférentes lorsqu'il ne s'agit que de chauffer ou d'évaporer les liqueurs ou les lessives, de quelque nature qu'elles soient: aussi les fabriques de sel, d'alun, de salpêtre, de sucre, les brûleries d'eau-de-vie, les blanchisseurs, les brasseurs, les teinturiers,

les chapeliers, etc., peuvent et doivent employer les houilles qui sont dans leur voisinage, de quelque nature qu'elles soient, et l'on peut en dire autant du service des verreries et des machines à vapeur.

A poids égal, les houilles donnent un degré de chaleur beaucoup plus considérable que les bois; les expériences comparatives que nous allons rapporter l'ont prouvé jusqu'à l'évidence; on les doit au savant Lavoisier, à M. Kirwan, chimiste anglais, et à plusieurs ingénieurs français. Ainsi l'on s'est assuré que pour vaporiser une même quantité d'eau, il faut employer cent quatre-vingt-quatre parties de bon bois, cent parties de charbon de bois, ou cent parties de bonne houille. Des essais comparatifs faits en grand dans les verreries, ont montré que six parties de bonne houille produisent le même effet que dix parties de bois de hêtre bien sec. Matthieu fit faire un essai comparatif à Carcassonne, sous les chaudières des teinturiers en laine, d'où il résulta qu'un quintal de houille avait produit le même effet que cinq quintaux de bois. Enfin, en partant de la donnée de Lavoisier, qui prouve que la houille égale par sa chaleur celle du charbon de bois, on peut en tirer cette conclusion, que le produit actuel des mines de houille de la France, qui n'est que de neuf millions de quintaux métriques, et dont la valeur sur place est de 10 à 11 millions

de francs, nous épargne déjà pour l'usage, trois millions de cordes ou douze millions de stères de bois, dont la valeur sur place est d'environ vingt millions de francs (1), et qui exigeraient la coupe annuelle de quarante-cinq mille hectares de forêts. (Hassenfratz.) Si l'on joint à tant d'avantages les produits divers qu'on peut retirer de la houille en la distillant, et dont nos voisins font un si fréquent usage; si l'on réfléchit que ce même charbon renferme un goudron qui préserve les vaisseaux de la piqûre des vers marins; qu'il produit une eau acide infiniment précieuse à la médecine vétérinaire et à la préparation des cuirs; qu'il est riche en ammoniaque, et produit un noir de fumée d'une qualité supérieure à celui qu'on retire des matières animales; que sa cendre enfin est un des meilleurs amendemens connus, on aura l'idée des principaux services qu'on a droit d'attendre d'une substance aussi précieuse, et l'on s'étonnera peut-être que l'usage n'en soit point aussi général qu'il devrait l'être. Peut-il, en effet, rester encore quelque objection fondée sur l'emploi de la houille dans les foyers domestiques, quand un peuple tout entier, qui sait, plus que tout autre, apprécier les charmes de la commodité et de la propreté la plus recher-

(1) Avant la restauration, cette économie était de treize millions de cordes, et d'une valeur de 104 millions de francs. Héron de Villefosse, *Rich. Minér.*, t. 1, p. 406.

chée, en fait un usage exclusif; quand une longue expérience a prouvé que ce chauffage n'altère en rien la santé des personnes délicates, que ce combustible partage, au contraire, avec les résines et les baumes, la propriété d'adoucir, en brûlant, les douleurs de la poitrine et les affections nerveuses; quand on aurait la certitude de procurer, en hiver, à la classe indigente les douceurs d'une température égale et bienfaisante; quand enfin tant de milliers de Français ont pu apprécier par eux-mêmes et par leur propre expérience jusqu'à quel point l'usage de la houille peut influer, et influe en effet, sur le bien-être des peuples de la Grande-Bretagne, sur ceux de la Belgique et de l'Allemagne? Non, sans doute, il ne peut rester aucun motif de la rejeter, les bienfaits en sont trop évidens pour qu'il soit soutenable de les contester; mais ce qui en a retardé chez nous l'emploi pour les usages domestiques et journaliers, c'est qu'on a prétendu le substituer au bois sans rien changer à la disposition de nos cheminées actuelles, qui fument presque toutes (1); c'est que les domestiques ont apporté dans ces

(1) Voici les principales règles à observer dans la construction des foyers où l'on veut brûler de la houille :

1° Faire les principaux conduits verticaux, et non horizontaux;

2° Les faire plus resserrés auprès du foyer, et qu'ils aillent ensuite en s'élargissant;

premiers essais leur maladresse et leur mauvaise volonté ordinaires, qu'ils ont dégoûté leurs maîtres par leurs sottes observations, et que ceux-ci ont négligé de voir la chose par eux-mêmes. C'est ainsi que Paris a été sur le point de se voir privé du bienfait des eaux clarifiées, par le seul fait de la mauvaise humeur des servantes et de la cabale des porteurs d'eau trouble.

Espérons donc du temps, de l'expérience et de la nécessité, qu'à l'imitation des Anglais, qui ont refusé comme nous, dans les premiers temps, ce présent inestimable de la nature, qui fait aujourd'hui la base de leur prospérité commerciale; espérons que nous saurons aussi secouer les restes d'un vieux préjugé qui nuirait à notre industrie,

3° Que les ouvertures par lesquelles le courant d'air entre et sort, soient proportionnées : le plus sûr est de leur donner un pied carré de surface;

4° Que la grille sur laquelle on pose la houille soit bien élevée au-dessus du sol, afin que l'air y entre avec facilité, et que les cendres n'encombrent jamais le dessous, ou cendrier.

A ces données nous ajouterons qu'il faut allumer la houille avec quelques bûchettes de bois bien sec, ne jamais la remuer quand elle commence à s'enflammer, et se contenter de soulever la masse embrasée, pour en faire tomber les cendres et pour rétablir le courant d'air; ce qui se fait à l'aide d'une baguette de fer qu'on nomme *poker* en Angleterre, et *tisonnier* en France. Avec ces précautions, on n'éprouvera aucune mauvaise odeur dans les appartemens; elle se répandra toute par le haut des cheminées.

et qui serait indigne d'une nation comme la nôtre. Déjà l'usage du charbon de terre a pénétré dans quelques ateliers de la capitale ; les magasins de houille s'y multiplient; on commence à voir quelques jolies grilles appropriées à ce combustible, avec les petits meubles qui sont nécessaires à ce nouveau genre de chauffage : tout fait donc prévoir ce changement heureux que l'illustre Franklin avait pressenti, lorsqu'il écrivait à Ingenhousz :

« Le bois deviendra extrêmement rare en France, » si l'usage du charbon de terre ne s'introduit » point dans ce pays comme il s'est introduit en » Angleterre, où il a éprouvé d'abord de l'oppo- » sition ; car on trouve encore dans les registres » du parlement du temps de la reine Élisabeth, » une motion faite par un des membres, portant » que *plusieurs teinturiers, brasseurs, forgerons et* » *autres artisans de Londres, avaient pris l'usage* » *du charbon de terre pour leurs feux au lieu de* » *bois, ce qui remplissait l'air de vapeurs nuisibles* » *et de fumée, au grand préjudice de la santé,* » *particulièrement des personnes qui venaient de* » *la campagne; et que par conséquent il proposait* » *qu'on fît une loi pour défendre à ces artisans* » *l'usage d'un pareil combustible, au moins du-* » *rant la session du parlement.* Il semble par-là » qu'alors on ne s'en servait point dans les mai- » sons particulières, parce qu'on le regardait » comme malsain. Heureusement les habitans de

» Londres n'ont point été arrêtés par cette objec-
» tion, et maintenant ils croient que le charbon
» de terre contribue plutôt à rendre l'air salubre;
» et vraiment ils n'ont point éprouvé, depuis que
» l'usage en est général, les fièvres pestilentielles
» qui étaient autrefois assez fréquentes. Paris fait
» des dépenses énormes en consommation de
» bois, qui vont toujours en augmentant, parce
» que ses habitans ont encore ce préjugé à vain-
» cre (1). »

L'importance du sujet excusera le développement que j'ai cru devoir lui donner : je suis loin cependant de l'avoir épuisé ; car j'ai cru que tout ce qui tient à l'exploitation proprement dite, à la conduite des travaux souterrains, à leur boisage, à la manière d'en chasser le mauvais air, de passer les failles ; que tout ce qui tient aux machines plus ou moins compliquées qui s'établissent à l'orifice des puits pour l'extraction de la houille et l'évacuation des eaux ; que tout ce qui est purement géologique enfin, était aussi absolument étranger au cadre de cet ouvrage ; je me suis d'ailleurs réservé le droit et le plaisir de citer les écrits de Genneté, Morand, Gensanne, de Jars, de Diétrich, de Faujas, de Monet, de Lefèbvre d'Hellancour, et les travaux plus récens de MM. Duhamel, Cordier, de Bonnard, Dau-

(1) Ingenhousz, *Expériences de Physique*, etc. t. II, p. 42.

buisson, Héron de Villefosse, Héricart de Thury, Baunier, Gallois, Blavier, Rosière, tous membres du conseil ou ingénieurs au Corps royal des mines, et dont les mémoires font partie des trente-huit volumes du *Journal des Mines*, ou des *Annales* qui en font la suite.

ANTHRACITE,

VULGAIREMENT CHARBON INCOMBUSTIBLE.

Parmi les substances minérales combustibles qu'on a confondues pendant si long-temps sous la dénomination vague de *charbon de terre* ou de *charbon de pierre*, l'une d'elles s'est fait remarquer depuis long-temps par la difficulté qu'on éprouve à l'enflammer, et par la manière particulière dont elle brûle: cette substance est l'*anthracite*.

L'anthracite est d'un noir qui tire souvent sur le gris métallique du fer fondu; son aspect est assez semblable à celui de la houille, mais on y distingue à l'œil un certain *facies* particulier, qui prévient assez que le bitume n'entre pour rien dans sa composition; il tache les doigts d'une manière tenace, et trace sur le papier; son toucher, son éclat ont quelque chose de sec, et l'on n'est pas surpris, quand on cherche à l'allumer, de la difficulté qu'on éprouve, et de la quantité énorme d'air qui est nécessaire à sa combustion;

lorsqu'enfin il est enflammé, il brûle sans fumée et sans odeur ; sa flamme est courte et blanchâtre, mais le jeu d'un soufflet de forge la rend assez longue et très-brillante. L'anthracite ne brûle point quand il est en trop petite masse, surtout s'il n'est point stimulé par un jet d'air actif. Le résidu de l'anthracite est tout aussi volumineux que le combustible lui-même ; et à moins que les morceaux ne soient très-petits, il reste toujours au centre un noyau noir qui n'est jamais brûlé ; cette remarque est constante. Si l'on en retire un morceau en incandescence du milieu d'un brasier, à peine est-il isolé qu'il s'éteint en se couvrant de cendres, et à moins de le briser ou de le dégager de cette enveloppe, il n'est plus possible de le rallumer ; il n'est susceptible enfin que d'une seule combustion. Jamais l'anthracite ne se colle en brûlant ; il se consume à la manière du coak, mais avec beaucoup plus de difficulté ; son degré de chaleur est extrême et soutenu. On remarque, mais dans certaines variétés seulement, que les plus gros morceaux exposés à la chaleur se réduisent en pétillant en un véritable sable, composé d'une infinité de petites paillettes : on verra plus bas combien cette singulière propriété est nuisible dans l'emploi de ce combustible.

L'anthracite ne donne à l'analyse ni bitume, ni hydrogène, ni ammoniaque ; il est composé d'une très-forte dose de carbone (90 à 97 pour 100),

qui est la seule partie combustible, mêlée ou peut-être combinée avec un peu de silice, d'alumine et de fer. Sa pesanteur varie entre 120 et 126 liv. le pied cube.

Enfin, par rapport à la contexture, les minéralogistes distinguent plusieurs variétés d'anthracite ; mais comme on les rencontre souvent réunies dans le même gissement, quelquefois même dans le même bloc, il suffira de les nommer pour qu'on sache qu'il s'en trouve de feuilleté, d'écailleux, de contourné, et qu'il est très-souvent friable.

OBSERVATIONS SUR LE GISSEMENT ET SUR L'EMPLOI DE L'ANTHRACITE.

L'anthracite proprement dit, qu'il faut bien distinguer d'avec la *houille sèche*, se trouve quelquefois, dit-on, avec la houille, et même avec le lignite ; mais ce ne sont alors que de simples anomalies, que des masses ou des filets isolés, qui n'intéressent en rien les consommateurs. Je passe donc légèrement sur ces anthracites des pays houillers, pour fixer l'attention des gens de l'art sur celui qui se trouve en très-grands amas dans les terrains nommés de transition, qui sont si répandus dans les Alpes, et particulièrement dans celles du Dauphiné et de la Savoie.

L'anthracite des Alpes, ce prétendu charbon incombustible, dont j'ai fait exploiter deux

amas pendant cinq ans, pour le service des mines et de l'usine de Servoz, en Savoie, dont j'étais alors directeur, se trouve souvent sur les sommets ou sur les penchans élevés des montagnes primitives; il y forme des amas irréguliers, qui sont accompagnés 1° de grès et de brèches grisâtres, qui deviennent blancs quand on les expose au feu, et qui sont du reste très-réfractaires; 2° d'un schiste noir à feuillets contournés, dont les délits sont lisses et brillans, et qui est traversé par des filets ou des veines de quartz blanc caverneux et chloriteux; 3° enfin par une autre espèce de schiste très-finement micacé, qui s'éclate en feuillets épais, à la surface desquels on remarque souvent des plantes ou des débris de plantes dont l'épaisseur s'est changée en une matière talqueuse, que M. Laugier a bien voulu analyser à ma sollicitation, et qu'il a trouvée en effet avoir les plus grands rapports avec le talc chlorite. Ce fait est surtout très-sensible sur les schistes de l'anthracite des Challanches, au-dessus de la mine d'argent d'Allemont, département de l'Isère; gîte que j'ai visité, et qui a été parfaitement décrit par M. Héricart de Thury. Ces schistes et surtout ces grès, qui ont beaucoup de rapports extérieurs avec ceux des pays houillers, se trouvent en fragmens ou plutôt en blocs irréguliers, et d'un volume énorme, pêle-mêle avec l'anthracite, jetés comme au hasard tout à travers le combustible,

et ne formant jamais (1) ni toit ni mur suivis.

Les schistes, par leurs surfaces lisses, m'en ont souvent imposé : je croyais toujours qu'il allait enfin se former un toit ou un mur, que le combustible deviendrait plus régulier et plus constant dans sa marche ; mais vain espoir, pendant tout le temps que j'ai fait exploiter ce singulier combustible, je n'ai rien pu découvrir qui pût tenir lieu de l'un de ces deux guides ; à chaque instant ma marche était contrariée par la rencontre de ces gros blocs de grès ou de schistes ; là j'avais dix, quinze et jusqu'à vingt-quatre pieds d'épaisseur d'anthracite, et un peu plus avant cette abondance se réduisait à un filet de quelques pouces, qui se trouvait comme serré entre deux rochers. En un mot le gissement des anthracites de la vallée de Chamouny, dont il est ici question, peut se comparer à un vaste amas de rochers épars, dont les intervalles auraient été remplis par le combustible ; et je serais d'autant moins éloigné de m'arrêter à cette idée, que cet anthracite lui-même n'est qu'une aggrégation, qu'un véritable grès à gros grains, dont les lames sont dirigées dans tous les sens ; et je croirais même que c'est à cette

(1) Je ne parle ici que du gîte que j'ai fait exploiter ; mais comme on n'a peut-être jamais poussé ailleurs deux cents toises de galerie sur un gissement d'anthracite, celui-ci peut au moins servir d'exemple ; et je le cite de préférence, parce que je le connais parfaitement.

structure particulière que ce combustible doit sa friabilité et sa faculté de décrépiter au feu. La présence des empreintes végétales, jointe à la quantité énorme de charbon que renferment les anthracites, ne permet pas de douter qu'ils ne doivent leur origine à des matières végétales, quoiqu'il ne reste pas la plus légère trace de tissu ligneux, et qu'on soit tenté de les considérer comme des houilles remaniées et unies à une base siliceuse.

L'anthracite, ainsi nommé par Dolomieu, se trouve donc dans les Alpes, sur le bord occidental de la vallée de Chamouny, près du Coupeau et de Montvautier, non loin de Servoz en Faucigny; à Macot, à Saint-Landry et à Montagny, ainsi qu'au pied du petit Saint-Bernard, près de Moutiers en Tarentaise; tous gissemens décrits par M. Brochant; enfin aux Challanches, près d'Allemont en Oisan, département de l'Isère. Quant à celui que l'on cite au village d'Arrache, sur la route de Genève à Sallanches, en Savoie, c'est une véritable houille, qui est recouverte par un calcaire marno-bitumineux très-coquiller : je m'en suis assuré par moi-même.

Aux Pyrénées, M. Ramond l'a reconnu sur le plateau de Troumose; il y est caverneux et criblé de pores.

Parmi les lieux où il accompagne le terrain houiller, on cite les environs de Roanne, dépar-

tement de la Loire, le Creusot, la mine de Fresnes, département du Nord, plusieurs cantons de la Styrie, de l'Angleterre, etc.

L'anthracite, toujours rejeté comme incombustible, n'avait été l'objet d'aucune exploitation importante; à peine avait-on tenté de s'en servir pour cuire de la chaux, et encore avait-on mal réussi. Je vais donc présenter ici le précis des expériences que j'ai faites sur ce combustible trop long-temps négligé, et communiquer aux gens de l'art les procédés que la nécessité m'a suggérés, et qui m'ont amené à des résultats satisfaisans et d'autant moins prévus, qu'ils avaient été condamnés d'avance par des hommes du plus grand mérite.

1° J'ai fait cuire de la pierre à chaux pendant cinq ans, avec l'anthracite du coupeau, dans un four conique analogue à ceux dans lesquels on emploie la houille. Les seules précautions que j'ai cru devoir prendre ont été d'élever un peu davantage la grille qui supporte la première couche au-dessus du cendrier, de ménager des ouvertures à différentes hauteurs du four, et de placer au milieu une longue bûche de bois dressée verticalement, et qui avait pour but de ménager un courant d'air au centre du four, chargé de parties égales de pierre et d'anthracite par couches alternatives. Lorsque le four était bien embrasé, on le chargeait à mesure qu'on retirait la chaux cuite par le bas, et alors il devenait inutile de briser

la pierre : des morceaux de près d'un pied cube se trouvaient calcinés jusqu'au centre. On allumait les fours par un grand feu de bois fait sous la grille.

2° L'essai dans les grilles à l'anglaise destinées au chauffage des appartemens, ne m'a réussi qu'imparfaitement, parce que la masse du combustible n'est point assez considérable, qu'il se couvre trop promptement de cendres, et que le centre des morceaux ne s'embrase jamais.

3° L'anthracite, placé dans un fourneau à vent destiné aux essais docimastiques, et analogue à celui qui a servi aux expériences de M. Clouet sur l'acier fondu, m'a réussi pendant tout le temps que j'ai résidé à l'établissement de Servoz; et son degré de chaleur était si intense, que les essais au creuset s'y faisaient plus promptement qu'avec le coke de Rive-de-Gier ou de Saint-Étienne, dont je me suis servi comparativement à Vienne, dans les établissemens de MM. de Miremont et Blumenstein. La cheminée de mon fourneau avait à peu près trente pieds de haut.

4° La poussière d'anthracite, dont j'étais souvent encombré, pétrie avec un peu de terre grasse et réduite en boules ou en briques, m'a souvent servi à la cuisson de la chaux lorsque le four était bien enflammé; je l'ai même employée, ainsi préparée, à la forge, à la clouterie, et dans un réverbère de grillage.

5° J'ai fait fabriquer toute espèce de taillanderie, haches, ciseaux, pelles, pioches, marteaux, tourillons, etc., exclusivement avec l'anthracite, sans le moindre mélange de charbon de bois ou de houille. Il est vrai que la soufflerie était composée de trois excellentes trompes, de quatorze pieds de chute. Le maître ouvrier du martinet, qui était d'ailleurs fort habile, avait enseigné la manière de gouverner ce feu d'anthracite à beaucoup d'autres forgerons, qui s'en servaient depuis avec la plus grande facilité. Je ne dois pas omettre de dire cependant que pour les très-grosses pièces, les gros tourillons du poids de plusieurs quintaux, pour lesquels on est obligé d'écarter et de désorganiser le feu en entier lorsqu'on les retire pour les forger, il était impossible de se servir de l'anthracite, qui s'éteint, comme nous l'avons dit, aussitôt qu'on l'éloigne du foyer.

6° La fabrication des clous forgés, qui exige qu'on retire le fer du feu et qu'on l'y replace à chaque instant, s'accommode encore parfaitement de ce combustible : j'en ai fait l'épreuve pendant deux ans. La forge à deux places destinée à cet usage était composée d'un massif en briques, au milieu duquel on avait réservé un vide destiné au cendrier, et dont on fermait la porte avec soin ; la place du foyer avait un pied de profondeur, huit pouces de large en carré, et portait

une grille de fer sous laquelle la tuyère d'une trompe venait aboutir. Le fer dont je me servais était de la verge crénelée de Montbéliard, et je ne me suis point aperçu que ce combustible lui eût jamais communiqué aucune mauvaise qualité; car les clous qui en provenaient étaient excellens, et le déchet n'avait rien d'extraordinaire.

Encouragé par ces premiers essais, qui m'avaient démontré jusqu'à l'évidence que cet anthracite n'avait besoin que d'une très-grande quantité d'air pour produire un degré de chaleur énorme en brûlant, j'espérai appliquer un jour ce combustible au traitement métallurgique d'un des minerais les plus compliqués et les plus réfractaires que l'on connaisse. En effet, le minerai de Servoz est composé de cuivre, de plomb, de zinc, d'antimoine, de fer, unis à une forte proportion de quarz, et il est impossible de séparer ces divers métaux par le lavage, puisque plusieurs sont à l'état de combinaison intime.

Le traitement des sulfures métalliques de la nature de ceux-ci, consiste en fontes et en grillages successifs et alternatifs; anciennement on ne se servait à Servoz que de bois ou de charbon de bois, et le même minerai passait jusqu'à soixante fois différentes au feu avant qu'on en eût extrait le cuivre et le plomb qu'il renferme; et aujourd'hui, à l'aide de cet anthracite si long-temps dédaigné, on parvient au même but en huit feux seu-

lement, dont les sept premiers sont donnés dans des réverbères chauffés uniquement avec l'anthracite, et le dernier, qui est destiné à l'affinage du cuivre, est alimenté par le charbon de bois.

Voici les changemens que j'ai été forcé d'apporter dans la construction des fourneaux à réverbères, pour parvenir à les chauffer avec l'anthracite.

On sait que les fourneaux à réverbères sont ordinairement pourvus de hautes cheminées qui, en produisant un tirage proportionné à leur hauteur, remplacent avantageusement les soufflerie qu'on adapte aux autres fourneaux; que la grille de leur chauffe est placée sur un cendrier spacieux, où l'air extérieur a un libre accès, et qu'on a soin d'écarter l'humidité du sol par toutes sortes de précautions.

L'expérience m'apprit bientôt que le tirage d'une haute cheminée était insuffisant pour activer la combustion de l'anthracite, de manière à chauffer l'intérieur du fourneau assez fortement pour opérer la fusion du minerai, chaleur qui doit être élevée au rouge-blanc dans tout le vide du réverbère, et qui finit par attaquer les terres et les pierres les plus réfractaires dont on construit la murette ou l'autel, ainsi que le bec de la voûte. Forcé d'introduire l'air d'une soufflerie sous la grille de la chauffe, il fallait bien clore le cendrier; et quoiqu'il fût assez grand à

proportion des fourneaux (1), les cendres de l'anthracite le comblaient en moins de huit jours, et la chaleur s'y concentrait de manière à ce que les ouvriers ne pouvaient en approcher pour le vider que plusieurs jours après qu'on avait arrêté le feu. Je dus donc aviser à un moyen de me débarrasser de ces cendres abondantes, et j'y réussis complétement en bâtissant sur le sol du cendrier une rigole formée par des dalles bien jointes, disposées en talus; en donnant une pente rapide à ce canal, et en y amenant de l'extérieur un courant d'eau qui entraînait les cendres à mesure qu'elles tombaient à travers la grille. Cette eau courante, traversant les fondations des réverbères (car il y en avait deux accolés), loin d'y apporter du refroidissement, entraînait de l'air avec elle, et se joignait au jeu de quatre trompes, de chacune vingt pieds de chute, pour animer le feu de la chauffe. J'ai regretté de n'avoir point eu de pyromètre à ma disposition pour mesurer le degré de

(1) Le sol incliné des deux réverbères accolés dont il s'agit ici avait neuf pieds, à partir de la murette jusqu'au trou de perce, et trois pieds six pouces de large vers le milieu.

La chauffe avait deux pieds de large, trois et demi de long, et un de profondeur; elle pouvait donc contenir environ sept pieds cubes de combustible, ou huit cent quatre-vingts livres.

La hauteur de la voûte au-dessus du sol était de quinze pouces pendant six pieds de longueur; elle s'abaissait ensuite graduellement vers le bassin, et à son bec elle n'était plus écartée du bain que de six pouces.

chaleur obtenu dans ces fourneaux ; ce que je puis assurer, c'est qu'il était énorme, et qu'une tige de fer de la grosseur du pouce y devenait rouge-blanc en quelques secondes. Mais un inconvénient très-grave auquel je n'ai pas pu remédier, c'est au décrépitement de certaines variétés d'anthracite ; cette fâcheuse propriété fait qu'il s'introduit dans l'intérieur des fourneaux une très-grande quantité de ce combustible réduit en poussière ; et chassé au-dessus de la murette par le vent de la soufflerie, il couvre le minerai déposé sur le sol, se mêle avec lui, en augmente la masse, et s'oppose plus qu'on ne pense à sa fusion. N'ayant pu obvier à cet inconvénient, j'évitais de mêler cet anthracite pétillant avec l'autre : c'est une difficulté que je laisse à ceux qui voudront lutter comme moi avec ce prétendu combustible intraitable. Malgré tous ces changemens nécessités par la nature de l'anthracite, il n'en reste pas moins constant que ce combustible, très-répandu dans les Alpes, et qui avait été délaissé, m'a servi pendant cinq ans, et exclusivement, à cuire de la chaux, à faire toute espèce de taillanderie, de la clouterie, et enfin à traiter par la fonte et les grillages au réverbère, l'un des minerais de cuivre les plus réfractaires qu'on puisse rencontrer ; enfin je suis également parvenu à m'en servir dans un fourneau à manche, mais seulement avec le secours d'une soufflerie à cylindre, qui produit

environ huit cents pieds cubes d'air par minute. On conçoit que dans ce cas il faut non-seulement fondre le minerai, mais encore la masse totale du résidu de l'anthracite, qui, je le répète, est égale à celle du combustible non brûlé, et dont la nature siliceuse le rend excessivement réfractaire; cette épreuve a réussi non-seulement à Servoz, mais encore à l'établissement de Vienne, où l'essai en a été fait en grand.

Je ne regretterai pas la longueur de ces détails s'ils peuvent engager les exploitans qui résident au milieu des montagnes où l'on trouve des dépôts d'anthracite, à essayer d'utiliser ce combustible dans le service de leurs usines, et je puis leur assurer un succès complet s'ils ont à leur disposition les machines propres à produire un fort courant d'air; car c'est la seule condition qu'il exige impérieusement.

BITUMES.

HUILES, OU POIX MINÉRALES.

Les bitumes qui filtrent à travers la terre, dont certaines pierres sont imprégnées, qui se rassemblent dans les cavités factices et naturelles, ou qui surnagent à la surface des eaux de certaines fontaines, varient de couleur, d'aspect et de consistance; tous sont très-odorans, brûlent avec

une grande facilité, en répandant beaucoup de fumée et une odeur qui n'est point désagréable; les uns sont naturellement liquides, les autres ont besoin d'être chauffés, et conservent toujours une consistance visqueuse et gluante qui a du rapport avec celle de la poix végétale. Toutes ces variétés, qui ne sont pas bien tranchées puisqu'elles passent de l'une à l'autre, ont néanmoins reçu des noms différens, et méritent d'être décrites séparément.

1. DU BITUME NAPHTE.

Le bitume naphte est complétement fluide, diaphane, incolore ou légèrement ambré. Il porte avec lui une odeur excessivement pénétrante, dont il est difficile de se débarrasser, et qui écarte les insectes dont les étoffes de laine et les fourrures sont attaquées. Sa légèreté lui permet de surnager à la surface de l'eau, et il est tellement combustible qu'un corps embrasé que l'on en approche, l'allume sans le toucher. Il répand en brûlant, une flamme bleuâtre et une fumée épaisse, mais il ne laisse aucun résidu.

Le naphte ou bitume pur est peu répandu dans la nature; on en cite cependant quelques sources abondantes en Asie vers le mont Caucase, à Balaghan près de la ville de Bakou, sur la mer Caspienne, dont le produit procure au kan ou gouverneur de Bakou un revenu annuel de 40,000

roubles (180,000 fr. environ). On retire d'une de ces sources 500 liv. de naphte par jour; mais il paraît qu'il est mêlé à du bitume brun, et que celui qui est limpide et pur s'y trouve en assez petite quantité. Près de ces fontaines est le champ de feu, d'où il sort continuellement des flammes bleues, et sur lequel les Guèbres, adorateurs du feu, ont élevé plusieurs temples. Ces foyers naturels sont mis à profit par les habitans, qui y cuisent non-seulement leurs alimens, mais même de la pierre à chaux. Quant au naphte, il s'exporte en Russie, et tout fait présumer que ce lieu renferme un volcan vaseux semblable aux *salses* du Modenois.

Les bords du Tigre dans la Turquie d'Asie, renferment également quelques sources de bitume naphte. Le fameux *moum* des Perses est un naphte qui découle des parois d'une caverne qui existe dans les rochers des environs de Darab, que le gouverneur fait ouvrir une fois par an pour en extraire la petite quantité qui s'y est amassée et l'envoyer à la cour, où il est regardé comme un baume merveilleux (Kœmpfer, cité par Malte-Brun). La montagne de Zarka dans la Tartarie indépendante, fournit aussi du naphte, et au Japon l'on brûle un bitume rougeâtre qui paraît être aussi un naphte impur.

L'auteur de la *Minéralogie sicilienne* cite plusieurs sources de naphte dans différens cantons

de cette île, et particulièrement à Leonforte, à Bivona, etc. La Calabre en possède aussi plusieurs.

Enfin la source de bitume liquide et ambré qui fut découverte en 1802 au village d'Amiano dans les états de Parme, et dont on se sert pour l'éclairage de cette ville, est remarquable par son abondance. Suivant M. Héron de Villefosse, il existait une source de cette substance au quinzième siècle à Waldsbrunn, près du château de Bitsche, département de la Moselle; mais elle s'est épuisée, et il n'en reste pas de trace aujourd'hui.

Les usages du naphte sont peu variés et peu importans; on ne le trouve pas même communément dans le commerce, et celui qu'on rencontre dans les pharmacies est souvent mêlé à une certaine dose d'huile essentielle de térébenthine. Le plus ordinairement il est le produit de la distillation des naphtes impurs ou de celle des bitumes bruns. On l'employoit autrefois en Europe pour la préparation de certains vermifuges; maintenant ses propriétés ne sont plus en faveur qu'en Asie, et surtout en Perse dans le Mazenderan, partie de l'Hyrcanie (Chardin). On assure qu'il entre dans la composition de ce brillant vernis chinois qu'on nomme *laque*.

2. DU BITUME PÉTROLE.

Le bitume pétrole, ou huile de Gabian du commerce, ne diffère du *naphte* que par sa couleur plus foncée qui passe au rouge brun, et par sa consistance plus visqueuse et moins fluide; mais son odeur, sa flamme et sa fumée sont les mêmes; il laisse cependant un petit résidu après la combustion, tandis que le naphte n'en laisse aucun. Du naphte exposé à l'air et à la lumière perd sa limpidité, devient plus épais, et passe réellement à l'état de pétrole. On voit donc qu'il est difficile de bien distinguer ces deux variétés, puisqu'elles passent de l'une à l'autre, et qu'il doit exister une foule de circonstances dans la nature où le naphte peut se changer en pétrole, c'est donc pour cette raison qu'il est aussi beaucoup plus commun et plus abondant que le premier.

Les sources de pétrole sont si multipliées sur les bords du Tigre, que ce fleuve en est souvent couvert, et que les navigateurs, dit-on, prennent plaisir à l'allumer.

Le même canton d'Amiano dans le Parmesan, que nous avons déjà cité comme renfermant une source de naphte, contient aussi des sources de pétrole qu'on exploite à l'aide de puits assez profonds que l'on creuse dans une argile verdâtre et dure.

La source du mont Zibio, située près du volcan vaseux de Sassuolo aux environs de Modène, a été décrite en 1460 par un certain *François Arioste*, qui rapporte qu'on chauffait la terre bitumineuse de cet endroit, qu'on l'enfermait dans des sacs de laine, et qu'on la plaçait ensuite sous un pressoir pour en exprimer le pétrole. Spallanzani, qui a décrit cette source en parlant du volcan vaseux qui en est voisin, dit que l'exploitation de ce bitume consiste en deux puits qui fournissent chacun une livre de pétrole par jour en été, et moitié seulement en hiver. (Spallanz. *Voyage dans les Deux Siciles*, t. v, p. 266.)

En France, la source de Gabian près de Pésenas, département de l'Hérault, en Languedoc, fut découverte en 1608; elle produisait alors trente-six quintaux de bitume par an. En 1706 elle se perdit entièrement, reparut bientôt après; mais depuis cette époque son produit a beaucoup diminué, car, suivant M. Marcel de Serre, professeur d'histoire naturelle à Montpellier, elle ne donne plus aujourd'hui que quatre quintaux de pétrole par an, ou environ deux cents litres.

Outre ces principales sources de bitume, il existe une foule de lieux où le sol et les roches en sont imprégnés, et d'où on l'extrait d'abord par une chaleur modérée, et ensuite par la distillation. Tels sont les sables de Seyssel et de la perte du Rhône, département de l'Ain; ceux de

peu près aux mêmes usages. Le malthe des anciens était considéré comme un excellent remède et comme hâtant la guérison des blessures ; il est très-possible qu'il soit propre, en effet, à rapprocher les bords d'une plaie nouvelle, en raison de sa consistance glutineuse, et à la garantir du contact de l'air ; or on sait aujourd'hui que ce sont deux grands moyens curatifs ; et outre cette action purement mécanique, il est possible aussi que ce bitume agisse encore à la manière des baumes. D'ailleurs tout le monde connaît les brillantes propriétés médicinales qu'on attribue à l'eau de goudron ordinaire, et rien ne s'oppose à ce que notre bitume minéral partage quelques-unes de ses bonnes qualités.

4. DU BITUME ASPHALTE.

Le bitume asphalte, ou de Judée, est le dernier degré d'altération du naphte ; car l'asphalte est encore plus compacte que le malthe, puisqu'il est dur et cassant lorsqu'il est froid, qu'il ne peut plus surnager à la surface de l'eau pure, et qu'il laisse jusqu'à 15 pour 100 de résidu après son entière combustion.

L'asphalte, qui abonde en Judée, et particulièrement sur les bords du lac Asphaltite (1), qui surnage à sa surface par suite de l'impureté de

(1) Volney, *État phys. de la Syrie*, t. 1, p. 274.

ses eaux, a donné lieu à cette fable, que les oiseaux tombaient morts quand ils traversaient ce vaste lac saumâtre ; de là le nom de mer Morte qu'il a reçu fort mal à propos, car l'odeur du bitume, toute forte qu'elle est, n'a rien qui puisse asphyxier ces animaux. Les habitans riverains ramassent cette substance combustible pour la verser dans le commerce ; ses usages sont à peu près les mêmes que ceux des variétés précédentes, mais ce bitume est moins cher et moins recherché, parce qu'il est moins pur et plus abondant. On en cite dans plusieurs contrées, et surtout en Albanie, près d'Aulona, à l'île de la Trinité il en existe un lac de trois milles de tour, près la pointe de Bray. (N. Nugent, *Bibl. Brit.*, n° 386.)

L'asphalte entre pour cinq kilog. dans la composition de la poudre qu'on emploie à embaumer les cavités internes du corps humain, et pour un kilog. seulement, dans la composition de celle qui est destinée à farcir les chairs. M. Morellot considère ce bitume comme un produit immédiat du succin, c'est-à-dire du succin privé de son huile médiate ; il avance même, que tout celui qui est répandu dans le commerce, est un produit de l'analyse imparfaite du succin : nous ignorons quels sont les fondemens de cette opinion.

C'est plus particulièrement à l'asphalte qu'on s'accorde à donner le surnom de *baume des momies* ou de *baume des funérailles*, parce qu'on

présume avec raison, que ce bitume était la base de cette substance particulière dont les anciens Égyptiens se servaient pour conserver les cadavres des grands personnages de leur temps, le corps des animaux qui étaient sacrés chez eux, et dont nous trouvons encore les dépouilles mortelles au milieu de ces préparations antiques que nous nommons momies.

Je présume que ce n'était pas toujours le bitume le plus dur qu'on mettait en usage pour la préparation des momies, celui dont la fluidité était telle, qu'il a pénétré jusque dans le tissu intérieur des os, celui qui servait aux injections devait être plus liquide que ne peut le devenir l'asphalte bouillant. Il est vrai qu'on ne l'employait point seul, et qu'il paraît constant qu'on y joignait une liqueur extraite du bois de cèdre. Mais le *cedria* même, était probablement un bitume aussi ; or il me semble assez probable qu'étant obligé d'employer cette substance conservatrice à l'état fluide, et en même temps excessivement chaude, on aura donné la préférence au pétrole et peut-être même dans certain cas au naphte. Ce qu'il y a de certain, et j'en ai la preuve sous les yeux, c'est que le bitume qui a pénétré les parties osseuses des momies, ainsi que celui qui sépare les bandelettes dont elles sont enveloppées, n'est point dans le même état que celui qui se trouve dans la cavité du crâne ou dans l'intérieur de ces vases

qu'on nomme *canopes*, et qui font aussi partie des funérailles égyptiennes. Celui des bandelettes est sec, friable, et présente tous les caractères d'une substance bitumineuse cuite à l'excès, tandis que celui du crâne et des canopes s'amollit par la chaleur de la main, se laisse pénétrer par l'ongle, et coule en brûlant à la manière de la poix.

Il me semble donc assez bien prouvé que le *naphte* et le *pétrole* ont partagé avec l'*asphalte* l'honneur d'avoir conservé les restes de Sésostris, et d'avoir préservé les momies en général de l'attaque des insectes (1); car, je le répète, l'asphalte ne peut point devenir assez liquide en chauffant, pour s'insinuer dans toute l'épaisseur des muscles et dans le tissu le plus serré des os, tandis qu'il a pu entrer sans inconvénient dans la composition du baume destiné à remplir les canopes (2) et les cavités du crâne.

(1) M. Champollion de Figeac, conservateur de la bibliothèque de Grenoble et professeur de langues orientales, a cependant trouvé entre les os du carpe d'une momie de femme, un insecte particulier, mort, que j'ai soumis à l'examen de M. de Jurine, à Genève; ce savant entomologiste l'a déterminé ainsi : « Nouvelle espèce, du genre *corynetes* de Fabricius, *necrobia* d'Olivier; je la nommerais *corynetes glaber*. » Cet insecte, de deux lignes de long, est d'un bleu lilas, à reflets métalliques. J'en possède plusieurs individus, qui m'ont été donnés par M. Champoléon.

(2) Presque toujours les canopes sont vides. Les Arabes, qui fouillent les momies avec l'espoir de trouver dans leur intérieur

L'origine des bitumes est aussi obscure que celle des houilles ; on en est réduit à des hypothèses, et, ce qui est préférable, à quelques observations constantes.

On a donc remarqué que les sources des différentes variétés de bitumes se trouvent ordinairement dans le voisinage des salines, dans celui des volcans froids et vaseux, qu'on nomme *salses*,

quelque pièce d'or, paraissent être aussi dans l'usage de visiter ces vases funéraires, qui sont ordinairement en albâtre, et dont le couvercle offre alternativement la figure d'une *femme*, celle d'un *épervier* ou d'un *chacal* ou d'un *cynocéphale*. L'un de ces vases à tête de chacal existait depuis long-temps dans la bibliothèque de Grenoble, et par un hasard extraordinaire, il était absolument rempli de baume égyptien. M. Champoléon me proposa de le vider, et pour y réussir sans rien endommager, nous renversâmes le canope dans un vase d'eau placé sur un feu doux. L'espoir de trouver quelque corps étranger dans son intérieur excitait la curiosité de M. Champoléon, et nous fûmes pleinement satisfaits quand, au bout d'un quart d'heure, et après que la moitié du bitume fut écoulée, nous aperçûmes une petite poignée de paille finement hachée, et puis un corps arrondi, du volume d'une grosse orange, que nous détachâmes avec précaution, et que nous nous empressâmes d'examiner.

Après avoir lavé ce petit paquet dans l'eau chaude, afin de le dégager du bitume dont il était empreint, nous trouvâmes qu'il était enveloppé d'un carré de toile de finesse moyenne, de huit pouces sur dix, sans inscription, et qu'il renfermait un corps spongieux et fibreux, que nous crûmes reconnaître pour être un cerveau. Il s'en faut bien que nous affirmions que ce soit en effet cette partie distinguée de notre être ; mais ce qui nous

près des lieux qui recèlent des couches de houille, et quelquefois enfin dans les terrains volcaniqués éteints, ou près de ceux qui brûlent encore. On regarde généralement les bitumes comme le produit des végétaux enfouis, qui ont donné naissance aux mines de houille, et qui s'en seraient séparés, par suite de quelque opération de la nature, qui nous est inconnue. La parfaite similitude qui existe entre l'asphalte et le bitume, qui se trouve en si grande abondance dans la composition des houilles grasses, semble appuyer cette origine.

LIGNITES,

OU BOIS BITUMINEUX.

On a confondu pendant bien long-temps, les lignites avec les houilles ou charbons de terre ; et c'est à M. Brongniart, qui a eu le bon esprit d'en former une espèce séparée, qu'on en doit

en suggéra l'idée, c'est que nous avions vu l'un et l'autre à Paris, dans le cabinet de Faujas, le cervelet de Buffon préparé avec du baume égyptien, et que nous fûmes frappés de la ressemblance. Cette observation, que nous avons faite en commun à Grenoble le 12 novembre 1812, pourra peut-être jeter quelque jour sur l'usage des canopes qu'on trouve ordinairement au nombre de quatre dans les chambres sépulcrales des anciens Égyptiens, et qui renfermaient peut-être des parties séparées et distinguées, telles que le cœur, le cerveau, etc.

la première distinction. Les bois qui ont donné naissance aux lignites sont tellement bien conservés dans certaines variétés, qu'on peut encore les travailler au tour, à la hache, à la scie et au rabot; que leur couleur noire et leur pesanteur leur donne quelque ressemblance avec le bois d'ébène, et qu'enfin le nom de lignite leur convient parfaitement. Toutes les variétés de ce combustible végéto-minéral ne conservent cependant point ainsi, la preuve évidente de leur origine; mais on en découvre toujours les traces lorsqu'on examine avec attention les différentes couches d'un même gissement, ou le charbon qui résulte de leur distillation.

Les lignites brûlent ordinairement avec une flamme claire, en répandant une odeur âcre ou fétide qui ne ressemble en rien à celle de la houille; la cendre qu'ils produisent est pulvérulente, souvent terreuse, et sa couleur varie du gris blanchâtre au jaune rougeâtre; les produits qu'on en retire par la distillation ont les plus grands rapports avec ceux que l'on obtient lorsqu'on opère sur le bois proprement dit. C'est ainsi que Klaproth a trouvé, en analysant 100 grains d'un lignite terreux, 8,5 pouces cubes de gaz acide carbonique, 5,9 pouces cubes d'hydrogène carboné, 12 grains d'eau chargée d'acide pyroligneux, 30 grains d'une huile empyreumatique, 20 grains de carbone, 2,5 de

sulfate de chaux, 11,5 de silice, 1 d'oxide de fer, 0,5 d'alumine, et 2 de chaux.

La couleur des lignites varie depuis le noir du jais jusqu'au brun roussâtre de la tannée, en passant par toutes les nuances qui séparent ces deux extrêmes ; leur aspect, leur cassure, leur contexture n'ont rien de constant, et c'est ce peu de stabilité dans les caractères qui a engagé les minéralogistes allemands à diviser l'espèce en un grand nombre de variétés et de sous-variétés (1). Nous n'indiquerons ici que les coupes établies par M. Brongniart, parce que je les crois bien suffisantes pour faire connaître les principales modifications de ce combustible. Ces variétés sont au nombre de quatre : 1° le lignite jayet ; 2° le lignite friable ; 3° le lignite fibreux ; 4° le lignite terreux.

1. DU LIGNITE JAYET.

Le lignite jayet, que l'on nomme aussi *jai*, est d'un noir brillant et vitreux dont l'intensité est passée en proverbe. Le bitume qu'il renferme masque entièrement son tissu ligneux, mais la distillation le remet au jour. Il est extrêmement compacte, sa cassure est ondulée et luisante, et son opacité complète. Comme le jayet ne se trouve jamais en grandes masses, et qu'on a peine à s'en

(1) Voigt, *Traité de la houille et des bois bitumineux.*

procurer des morceaux volumineux et purs, il n'est pas seul, au moins à ma connaissance, le sujet d'aucune exploitation comme combustible; mais la propriété dont il jouit de recevoir un très-beau poli, et de résister à la meule et au tour, le font rechercher comme objet d'ornement. Je renvoie donc, pour ce que j'ai à en dire sous ce rapport, à la division qui comprend l'histoire des minéraux qui sont employés dans la bijouterie. Le Languedoc, la Galice et les Asturies sont les principaux lieux qui fournissent cette première espèce de lignite, qui pourra servir de combustible, si l'on vient jamais à en découvrir quelque couche assez puissante.

2. DU LIGNITE FRIABLE.

Le lignite friable n'est point d'un noir aussi parfait que le précédent, mais sa couleur est très-foncée, et son éclat est parfois assez vif; son caractère essentiel est son extrême friabilité. A peine sorti du sein de la terre, il se fendille, se gerce, se divise en une infinité de petites pièces cubiques, s'échauffe et s'enflamme en raison des pyrites qu'il renferme; son tissu ligneux n'est point entièrement masqué, et c'est plus particulièrement à lui qu'on a donné le nom de tourbe ligneuse, de houille d'engrais, etc.

Le lignite friable se trouve en bancs horizontaux assez puissans et assez étendus, qui font

partie des dépôts sablonneux qu'on rencontre souvent dans les vallées qui sont bordées par des montagnes calcaires; quelquefois aussi, il alterne avec des couches marneuses coquillières, sur lesquelles nous reviendrons bientôt en parlant de l'origine présumée des lignites.

Ce combustible brûle facilement, sa fumée répand une odeur très-désagréable ; il n'est point susceptible de servir aux travaux de la forge, mais il est excellent pour la cuisson de la chaux, de la brique, et pour le service de toutes les fabriques ou manufactures où il ne s'agit que de chauffer ou évaporer des liquides. C'est ainsi qu'on l'emploie dans une partie de la France méridionale pour le dévidage de la soie en cocons, pour la teinture, etc.

Outre la grande exploitation du département de l'Aisne, il en existe plusieurs dans les départemens de Vaucluse et du Gard, particulièrement près d'Orange et du Pont-Saint-Esprit. Ces dernières, que j'ai visitées plusieurs fois, sont remarquables par les noyaux de succin qui y ont été découverts par M. Vignal, chirurgien de l'hôpital militaire de cette ville, et par de grosses coquilles fluviatiles épaisses et comprimées à l'excès.

3. DU LIGNITE FIBREUX.

Cette variété est celle où le tissu ligneux est le plus en évidence ; sa couleur noirâtre se dégrade insensiblement en passant par le brun de girofle, le brun de tabac, la couleur de cannelle, la teinte ordinaire des bois vivans ; il se casse, se coupe, ou s'éclate comme eux, et il faut vraiment bien se pénétrer qu'on peut, en remontant de proche en proche, arriver au *jayet*, et peut-être même à la *houille*, pour qu'on ne répugne pas à placer ce fossile au rang des minéraux.

Partout où ce lignite est abondant, on s'en sert comme combustible, et l'on cite même un cultivateur de Vitry, près Paris, M. Michaut, qui a tiré la charpente entière de son habitation de la couche de lignite qui existe sur les bords de la Seine, près du Port-à-l'Anglais. On cite un fait analogue dans le Yorkshire. L'île de Chatou, près Saint-Germain-en-Laye, paraît aussi entièrement composée de ce lignite, dont l'ensemble présente la réunion d'un très-grand nombre de gros troncs d'arbres. Il fait partie du gîte de Castel-Nuovo en Ligurie, de celui de Morlaix, qui a sept lieues d'étendue, de celui du Mont-Maisner en Hesse, de celui de Manden en Hanovre ; il constitue la presque totalité des îles Sutton dans Lincolnshire (1), abonde dans la partie

(1) *Correa de Serra*, Transac. Philosoph., 1799.

occidentale de l'Islande, où il porte le nom de surturbrand (1), et se trouve dans une infinité de lieux plus ou moins remarquables.

4. DU LIGNITE TERREUX.

Cette variété diffère totalement de la précédente ; elle a l'aspect et la couleur de la vieille tannée, et paraît être le résultat d'une altération toute particulière qui diffère totalement de celle qui tend à convertir les bois en *jayet* et en *houille*. Son apparence est celle du bois pourri ; et son peu de solidité, qui permet à la pression du doigt de le réduire en poudre, semblerait confirmer cette première idée.

Ce lignite a donc la cassure et l'aspect terreux, le grain fin et le toucher doux et onctueux ; au moment où il sort du sein de la terre, il est humide et susceptible de se mouler comme les mottes de tan ; il brûle avec une odeur désagréable, en répandant une chaleur sourde, mais assez intense.

Malgré le degré avancé de sa décomposition, on y reconnaît encore, de place en place, les derniers débris de l'organisation végétale, et l'on y a même découvert des fruits ligneux, assez bien conservés pour qu'on ait pu en déterminer l'espèce.

(1) *Tison de Pluton*, Malte-Brun.

Le gissement le plus important que l'on connaisse de ce singulier lignite est celui de Bruhl et de Liblar, près Cologne ; il y existe en couches épaisses dont la puissance est inconnue aux exploitans, mais qui sont mises au jour sur un développement très-considérable. Ce lignite, qui porte dans le pays le nom de *turfa*, et qui est connu dans le commerce sous la dénomination de *terre d'ombre* ou de *terre de Cologne* (1), est employé comme combustible ; mais son principal usage, et celui qui en consomme la plus grande quantité, c'est la fabrication des cendres végétatives, sur lesquelles nous avons déjà appelé l'attention des agronomes, en parlant de ce puissant amendement. (*Voy.* Cendres végétatives.) Faujas, qui avait visité ce vaste amas de turfa, et qui l'a décrit dans le *Journal des Mines* et dans les *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, rapporte qu'on en fait entrer une petite dose dans la préparation du tabac de Hollande, et que cette falsification, si c'en est une, loin de nuire à la qualité, procure une onctuosité et une fraîcheur qui plaît infiniment aux priseurs. On se sert aussi de ce bois fossile, dans la peinture ; mais, quoiqu'il porte le nom de

(1) Il existe à Cologne un entrepôt d'une argile blanche, qui sert à faire des pipes en Hollande, et qui porte aussi le nom de *terre de Cologne*.

terre d'ombre, il ne faut point le confondre avec la terre d'ombre d'Italie, qui n'a que la couleur de commune avec le combustible de Cologne. (*Voy.* Ocre.)

OBSERVATIONS

SUR LES GISSEMENS DES LIGNITES ET SUR LEUR ORIGINE.

Le gissement des lignites est assez varié quoiqu'appartenant toujours aux terrains secondaires, et le plus souvent aux terrains de transport et même d'alluvion.

On trouve des lignites disséminés par fragmens épars et à différens états d'altération, soit dans certains grès des houillères, soit dans différens calcaires coquilliers, dans des argiles, des sables, etc. Mais ceux qui constituent des couches suivies et continues, qui sont l'objet d'exploitations réglées, peuvent, jusqu'à un certain point, se diviser en deux ordres, savoir : ceux qui sont recouverts par des couches de calcaire coquillier marin, ou par des coulées de matières volcaniques; et ceux qui ne sont surmontés que par des bancs de sable et de gravier, ou simplement par une mince couverture de terreau végétal. Abstraction faite du degré de conservation de leur tissu ligneux, il semble au moins probable, que les premiers sont incom-

parablement plus anciens que les seconds ; car aucune tradition historique ne rappelle l'embrasement des volcans éteints de l'Allemagne, de l'Irlande, etc., dont les déjections recouvrent plusieurs amas de lignites, tandis que ceux des plaines, ceux qui se montrent au jour dans les îles, ou sur les rivages de la mer, se confondent avec les bois submergés qu'on trouve dans les limons d'atterrissement les plus récens (1), et qui portent encore les traces de la main qui les a coupés ou façonnés.

Personne n'a élevé de doutes sur l'origine végétale des lignites, mais les naturalistes ne sont point d'accord sur la manière dont ces grands amas ligneux se sont formés, et il paraît au moins prudent de ne rien généraliser à l'égard de leur origine ; car il est certain, d'après des observations faites par des hommes dignes de toute confiance, que les uns sont dus à des bois exotiques transportés, dont les genres sont caractérisés par les fruits qui les accompagnent (2), et dont la nature étrangère est certifiée par la présence du succin qu'on trouve au milieu d'eux, soit en Prusse, en Groënland, en France, en

(1) Tels sont les bois qui furent trouvés en creusant les fondations des culées du pont Louis XVI à Paris, dans les années 1787 et 1789. (Silvestre, dans le *Journal des Mines*, t. II.)

(2) Faujas a trouvé décrit et figuré le fruit du *palmier areca* dans le lignite de Cologne. *Ann. du Mus.*

Suisse et ailleurs (1), ainsi que par le retinasphalte découvert par Hachett, dans des bois bitumineux du Devonshire; deux substances extractives étrangères aux végétaux connus. Quant au bitume élastique qu'on trouve dans le Derbyshire, en Angleterre, et qui a de si grands rapports avec le *caoutchouc*, il est le produit de quelques arbres ou arbustes qui croissent à Madagascar, à Sumatra, à la Guiane, etc., et se rattache aussi à l'existence de ces végétaux étrangers qui se trouvent enfouis au milieu de nos continens.

D'autres lignites sont dus à des amas de bois indigènes, et quelques-uns paraissent avoir été formés par des forêts qui ont été englouties sur le lieu même où elles végétaient par quelque événement extraordinaire dont l'explication est encore un mystère. Du nombre de ces derniers dépôts ligneux sont ceux de l'île de Man, et surtout les îles et îlots de Sutton, dans le comté de Lincoln, en Angleterre, qui ont été visités par *Corréa de Serra*, accompagné de sir Joseph Banks, et dans lesquels il a reconnu que les bois de *pin*, de *chêne* et de *bouleau*, caractérisés les uns par les cônes et les glands, et l'autre par l'épiderme blanche, satinée et indestructible

(1) Le succin de Poméranie se trouve quelquefois attaché à des fragmens de lignite.

qui lui est propre, reposent sur une couche d'argile couverte de terreau de feuille (1); que quelques-uns de ces arbres qui sont restés debout présentent encore leurs racines profondément implantées dans le sol, et que tous ces troncs, ces branches et ces racines, qui conservent pour la plupart leur écorce et leur épiderme, n'ont subi d'autre altération qu'un aplatissement très-sensible, qui est le fruit d'une longue et forte pression; et je remarque à ce sujet que, non-seulement cette compression se retrouve sur tous les lignites, mais encore sur les coquilles qui recouvrent leurs amas.

Nous n'essaierons point d'expliquer la catastrophe qui a donné naissance à ces vastes dépôts ligneux engloutis sur place, et qui ont été souvent confondus avec les tourbes, sous les noms de *tourbes ligneuses*, de *forêts sous-marines*, ou *souterraines*, etc. Quant à ceux qui sont évidemment d'origine étrangère, on peut au moins les assimiler à ces vastes transports de bois qui s'exécutent en grand sur les fleuves de l'Amérique septentrionale, et particulièrement sur le Mississipi, qui les accumule dans le golfe du Mexique, d'où ils s'acheminent vers le nord à l'aïde du courant qui passe devant Terre-Neuve, et qui va échouer ces énormes radeaux sur les

(1) *Corréa de Serra*, Description d'une forêt sous-marine. *Transact. Philosoph.*, année 1799.

côtes du Groënland, et particulièrement dans les anses multipliées de la partie occidentale de l'Islande. Il en arrive également par le courant polaire boréal ; car le docteur Irving, compagnon de voyage du capitaine Phipps, a trouvé des quantités immenses de ces bois échoués, de ces lignites modernes, mêlés à des ossemens de baleines, par 80 degrés 30 minutes de latitude boréale, et 13 degrés de longitude, c'est-à-dire, encore un peu plus au nord que le Spitzberg, et il a remarqué que beaucoup de ces bois avaient été façonnés par les hommes (1). Ellis, Eddège, Crantz, qui ont voyagé ou habité ces régions boréales, parlent tous de ces grands amas de bois.

Peut-on dire que les lignites soient des houilles imparfaites, qu'il existe une gradation insensible entre ces deux espèces de combustibles, et que le temps aurait transformé nos lignites fibreux en véritable houille ? Il serait peut-être aussi peu exact d'admettre ce passage sans réserve, que de le rejeter totalement. En effet, ne trouve-t-on pas, dans certains gissemens de lignites, toutes les variétés qui viennent d'être décrites, accompagnées d'une foule de sous-variétés qui servent à les lier entre elles, et qui conduisent le bois simplement fossile au jayet le

(1) *Voyage au pôle boréal*

plus éclatant. Or, le jayet et la houille compactes ont de si grands rapports, que bien des naturalistes les confondent, surtout quand ils sont hors de place. Nous pensons donc que l'on ne peut pas se refuser entièrement au passage, quoique M. Voigt, dont le témoignage est une autorité, n'admette point cette transition. Quant à savoir si les lignites tendent journellement à se rapprocher de la houille, nous n'avons aucun fait qui vienne à l'appui de cette idée, et la vie humaine est trop passagère pour qu'il soit possible de constater les changemens que les minéraux et les fossiles sont susceptibles de subir pendant un laps de temps si court.

Les usages des lignites sont variés et fort intéressans : non-seulement ils servent au chauffage domestique et au service de beaucoup de manufactures et de salines ; mais, comme ces bois du vieux monde sont souvent pénétrés de pyrites qui tendent à s'effleurir, ils deviennent alors la base d'une infinité d'établissemens où l'on prépare du vitriol, ou sulfate de fer, de l'alun, du sulfate de magnésie, ou sel d'Epsom, etc. Enfin le résidu de ces manufactures intéressantes est porté au loin pour servir à l'amendement des terres. (*Voy.* Cendres végétatives *et* Minerais) (1).

(1) Poiret, *Mémoire sur les tourbes pyriteuses du département de l'Aisne*, 1801 et 1802. *Journ. de phys.*

De Puységur, observations sur le même sujet.

Quelle que soit donc la richesse d'un pays en combustibles, il ne faut point dédaigner l'extraction des lignites, puisqu'ils sont susceptibles de donner naissance à plusieurs branches d'industrie. Leur exploitation se fait à ciel ouvert toutes les fois qu'ils ne sont recouverts que par une couche peu épaisse ; mais dès qu'ils sont situés à une certaine profondeur, on exploite leurs couches par puits ou par galeries, et l'on remarque que ces travaux souterrains sont très-sujets à contenir du mauvais air, et qu'il importe, par conséquent, d'y apporter un bon système d'airage, dès le commencement de l'attaque.

L'étude des lignites ligneux par excellence, nous conduit naturellement à celle des tourbes, dont ils se rapprochent d'ailleurs infiniment par les couches de terreau de feuilles qui les accompagnent, et qui sont souvent mêlées à différentes plantes aquatiques.

TOURBE.

Les lignites fibreux, qui sont composés de bois à peine altérés, mélangés à des couches de terreau de feuilles et de plantes herbacées, nous conduisent nécessairement à l'histoire des *tourbes;* et cette liaison est si frappante, que bien des naturalistes avaient réuni ces végétaux fossiles sous les noms de *tourbes ligneuses* et de *tourbes herba-*

cées. Mais des raisons d'un assez grand poids ont engagé à renvoyer les bois fossiles parmi les lignites, et à ne conserver le nom de tourbe qu'à ces amas de plantes marécageuses qui se trouvent presque à la surface de la terre, qu'on exploite comme combustibles, et qui font le sujet de cet article.

Les tourbes proprement dites ne sont donc composées que de plantes entrelacées, comprimées, souvent reconnaissables, et qui ont subi une altération particulière. Ce combustible léger, spongieux, compressible, brun, noirâtre, terne et terreux dans sa cassure, brûle avec une flamme plus ou moins vive, est susceptible de se carboniser à la manière du bois, et de subir deux combustions comme la houille, après lesquelles il reste un résidu terreux et pulvérulent, une véritable cendre qui est très-propre à amender les terres. (*Voy.* Cendres végétatives.) Enfin, soumises à la distillation, les tourbes donnent différens produits sur lesquels on reviendra bientôt, en parlant de leur importance dans les arts et les manufactures.

M. Brongniart admet trois espèces de tourbes, qu'il désigne sous les noms de *tourbes des marais*, de *tourbes pyriteuses*, et de *tourbes marines*.

J'adopte cette division.

1. DE LA TOURBE DES MARAIS.

La tourbe des marais, celle qui est la plus répandue dans la nature, qui se trouve en amas les plus considérables, qui gît dans les bas-fonds submergés, immédiatement au-dessous du terreau végétal, et qui est souvent l'objet d'exploitations immenses et de la plus haute importance ; cette tourbe enfin est brune, spongieuse et tendre ; elle se déchire plutôt qu'elle ne se brise. Quand elle est sèche, sa rupture est filamenteuse, et présente souvent des roseaux parfaitement conservés, qui sont ordinairement blanchâtres. Elle brûle avec facilité, sans répandre d'odeur sulfureuse, mais en donnant une fumée épaisse et fétide. C'est cependant cette espèce qui est presque uniquement employée dans les foyers domestiques et dans les nombreuses manufactures de toute la Hollande, et c'est elle qui doit toujours attirer l'attention des contrées qui la renferment, quelle que soit d'ailleurs leur richesse en tout autre combustible.

2. DE LA TOURBE PYRITEUSE.

La tourbe pyriteuse, que l'on nomme aussi *tourbe du haut pays* ou *tourbe profonde*, diffère essentiellement des tourbes marécageuses par son gissement. Ce n'est point sous le gazon, ou sim-

plement au fond des étangs, des lacs et des marais, que l'on trouve celle-ci : c'est à quelques mètres de profondeur, sous des bancs de sable, d'argile et même de craie, qu'elle se rencontre toujours; et, comme il arrive souvent qu'il en existe plusieurs couches successives, séparées par des bancs glaiseux, sablonneux ou calcaires, qu'elles contiennent des coquilles fluviatiles qui ne sont point pareilles à celles qui vivent aujourd'hui à la surface de ces mêmes contrées ; qu'elles sont même, dans certains lieux, recouvertes par des huîtres ou autres coquilles marines, l'on peut en conclure, à juste titre, que cette espèce est d'une origine infiniment plus reculée que celle des marais.

C'est avec la *tourbe pyriteuse* qu'on a confondu long-temps différens lignites, et particulièrement ceux des environs de Soissons ; et il faut franchement avouer que la ligne de séparation n'est pas même encore parfaitement tranchée : car, s'il est vrai qu'on trouve des lits de plantes parmi les lignites, il est également certain qu'on rencontre aussi du bois parmi les tourbes pyriteuses.

La tourbe dont il s'agit ici, qui s'exploite à ciel ouvert, ou plus souvent par puits et galeries, est d'un brun plus ou moins foncé ; son aspect est terne avec quelques linéamens luisans, qui font ressortir la blancheur des coquilles fluviatiles dont elle contient presque toujours un grand

nombre (1). Enfin, la quantité des pyrites dont elles sont toujours pénétrées, et auxquelles cette espèce a dû sa dénomination, lui donne la faculté de s'effleurir à l'air, de s'échauffer, et même de s'enflammer spontanément. Le résidu de cette combustion naturelle est une cendre surchargée de sels, qui est très-propre à l'amendement des terres arables. (*Voy.* Cendr. végét.)

3. DE LA TOURBE MARINE.

La tourbe marine comprend ces accumulations de végétaux qui se trouvent au fond de la mer, et qui sont susceptibles de brûler à la manière des tourbes ordinaires marécageuses. Les Hollandais, suivant Klaproth, pêchent cette espèce dans certains lacs salés, et la nomment *darry*. M. Decandolle en a observé sur les dunes de la Nord-Hollande, qui était entièrement composée du *fucus digitatus*, espèce de varec, et qui brûlait parfaitement.

On ne cite aucune exploitation de cette sorte de tourbe, qui, jusqu'à présent, ne s'est offerte qu'en masses peu étendues; s'il en était autrement, ce combustible serait d'autant moins à dédaigner, que ses cendres seraient nécessairement très-surchargées de soude.

(1) Poiret, *Mémoire sur les tourbes pyriteuses du département de l'Aisne; Journ. de phys.*, 1801 et 1802.

Le même, *Coquilles terr. et fluviat.*, p. 36.

DES TERRAINS TOURBEUX EN GÉNÉRAL,

ET DES PRINCIPALES EXPLOITATIONS CONNUES.

Les terrains qui renferment la tourbe marécageuse sont les seuls qui présentent des caractères et des phénomènes qui leur soient particuliers; ceux qui recèlent la tourbe pyriteuse n'offrent absolument rien qui puisse les faire distinguer à l'extérieur; et quant aux tourbes marines, leur gissement se confond avec celui des premières.

Les terrains tourbeux occupent souvent des espaces immenses, de larges vallées peu inclinées, qui ont été nivelées par les couches de tourbe qui s'y sont accumulées, et qui semblent avoir servi de bassin à des lacs dont le fond, en s'élevant insensiblement, aurait obligé l'eau à s'écouler. Les tourbières sont néanmoins pour la plupart inondées, ou au moins très-marécageuses; mais il en est d'autres qui ont été recouvertes postérieurement par des alluvions, où la végétation s'est établie, et qui sont cachées sous les plus belles prairies du monde. Leur présence se manifeste cependant alors par une espèce d'élasticité du terrain, qui devient très-sensible quand on marche ou qu'on frappe du pied; puisque le sol tourbeux éprouve un mouvement à une assez grande distance, et que les objets qu'il porte y sont légèrement balancés. Cette propriété facilite, dit-on,

l'action de sauter, et permet aux Hollandais de franchir des tranchées de plus de dix-huit pieds (six mètres) de largeur, qu'ils pratiquent dans leurs tourbières.

Quand les tourbières ne sont point ainsi recouvertes par du sable et de la terre végétale, leur mollesse est extrême, et peut devenir fatale aux voyageurs qui tenteraient de les traverser, en se fiant à une légère croûte desséchée, qui se brise sous le poids du corps. Ce peu de consistance donne à ces terrains la singulière propriété de repousser les substances légères, et d'absorber celles qui sont pesantes. C'est ainsi que les pieux de bois qu'on y enfonce, s'en retirent insensiblement d'eux-mêmes, et que les instrumens de fer qu'on abandonne à leur surface, s'y enfoncent petit à petit, et finissent par pénétrer à une grande profondeur.

Il arrive quelquefois que des portions de tourbières viennent flotter à la surface de certains lacs, qu'ils forment des îles ambulantes couvertes de végétaux variés, que leur étendue et leur fertilité y attire les hommes, qu'ils y bâtissent des cabanes, qu'ils y transportent des animaux (1), et que pour empêcher ces propriétés mobiles de céder à l'effort des vents, qui pourraient les

(1) L'île flottante du lac Gerdau, en Prusse, nourrit un troupeau de cent têtes. Bergmann, *Géographie physique.*

transporter au loin, ils s'en assurent la jouissance en les amarrant au continent, avec des câbles ou des chaînes.

Les terrains tourbeux sont les contemporains de l'espèce humaine; ce sont les seuls qui renferment les débris de l'homme ou de son industrie. En Hollande, en Écosse, en Irlande, en France et en Allemagne, on trouve dans les tourbières de vieux instrumens de fer ou de pierre, quelques bijoux d'or, des arbres coupés à la hache, des traces de chaussées établies en fascines ou en terre cuite; et outre ces objets, qui rappellent le travail de l'homme, on y trouve également la dépouille des animaux qui vivent aujourd'hui dans nos forêts et dans nos pâturages; tels que des bois, des cornes et des têtes de cerf, de chevreuil, de bœuf, et toutes les coquilles fluviatiles et terrestres qui peuplent encore nos marais, nos fontaines et nos prairies.

Les principales tourbières connues existent en Hollande, en Allemagne, dans les environs de Magdebourg, dans le Hanovre et la Westphalie; en France on peut citer celles de la vallée de la Somme, près d'Amiens et d'Abbeville, qui sont très-étendues, et dont l'exploitation est active; celles du département de l'Oise, qui fournissent les manufactures de Beauvais; celles des départemens de la Meurthe et du Doubs, qui produisent le combustible des foyers domestiques et des for-

ges de Pontarlier ; enfin il existe de la tourbe dans la vallée d'Essone, près Paris.

L'Irlande, l'Écosse, et plusieurs autres contrées du nord possèdent aussi des tourbières ; et l'on a même remarqué que ces régions froides, brumeuses et marécageuses, étaient plus riches en ce genre que les pays méridionaux : ce qui s'explique bien aisément, quand on connaît les circonstances indispensables à la formation de ce combustible.

DE L'EXPLOITATION DES TOURBIÈRES.

Les principales conditions qu'on doit chercher à remplir lorsqu'on attaque une tourbière, sont d'en extraire économiquement la totalité du combustible qu'elle renferme, de diminuer le moins possible la valeur du terrain de la surface, et d'assurer l'écoulement des eaux, non-seulement pendant tout le temps que doit durer l'exploitation, mais encore pour l'avenir et après qu'elle sera totalement épuisée. On parvient à ces divers buts en commençant les travaux par la partie inférieure de la vallée ; en faisant usage d'instrumens particuliers, qui accélèrent l'extraction ; en ouvrant des tranchées qui servent à la fois à l'asséchement des travaux et au transport de la tourbe, à l'aide de bateaux qui y sont spécialement destinés ; et enfin en remblayant une partie des ex-

cavations avec les corps étrangers à la tourbe, et avec celle qui n'est point susceptible d'être employée dans les arts ou l'économie domestique. De cette manière on parvient, en divisant la tourbière en massifs isolés les uns des autres par des tranchées et des canaux, non-seulement à enlever toute la tourbe qui est susceptible de s'assécher, mais encore une partie de celle qui est submergée, qu'on pêche, en quelque sorte, à l'aide de plusieurs machines assez ingénieuses, qu'on nomme *dragues*. En opérant ainsi, on rend à l'agriculture une partie du terrain fouillé, et celui qui doit rester inondé pour toujours peut devenir, par la suite, un nouveau champ d'exploitation, puisqu'il paraît bien prouvé que les tourbes marécageuses se forment journellement encore.

Comme il importe de rassembler sous un volume donné la plus grande quantité possible de matière combustible, on profite de l'état de mollesse de la tourbe qu'on extrait au louchet (1) ou à la drague, pour la comprimer dans des moules quand elle est à l'état de bouillie claire, ou pour en former des couches, que l'on rapproche à l'aide de la batte, de la dame, ou du simple piétinement, et qu'on divise ensuite par briques parallélipipèdes, dont les dimensions varient

(1) Espèce de bêche coupante, à un ou deux tranchans.

suivant les pays, et qui portent spécialement le nom de *tourbes*.

Ces *briques*, ces *tourbes* ou *pièces*, après avoir été séchées au soleil, sont entassées en forme de murs, dont on recouvre le faîte avec un toit de roseaux; et pour éviter les accidens qui peuvent résulter de l'embrasement spontané auquel les tourbes sont assez sujettes, on évite d'en accumuler de trop grandes quantités dans un même magasin.

Des bêches coupantes et acérées, à un ou deux tranchans, qui divisent quelquefois la tourbe en deux sens à la fois; des boîtes ou caisses, dont les bords inférieurs sont également tranchans, que l'on enfonce de force dans la tourbe submergée, et qui agissent à la manière des emporte-pièces; de vastes caissons perforés, où la tourbe en bouillie s'égoutte et se comprime; des moules, des paniers, des dragues, et une foule d'autres instrumens appropriés à cette industrie, sont les accessoires de ces exploitations, qui sont soumises à des variations en raison des usages et des circonstances locales. Il paraît que l'extraction de la tourbe en Hollande est poussée à un point de perfection extrême, et que ce peuple industrieux, que sa position topographique a destiné à lutter continuellement avec les eaux, connaît mieux que tout autre l'art d'ouvrir une tranchée d'écoulement, d'élever une digue, de creuser un

canal, etc.; toutes opérations qu'on est sans cesse obligé d'exécuter dans l'exploitation des tourbières.

DES USAGES DE LA TOURBE ET DE SON IMPORTANCE.

Si l'on est généralement disposé à déprécier le chauffage de la tourbe en raison de son peu d'éclat, de l'odeur désagréable qui s'en échappe, et de la grande quantité de cendres qui en résulte, c'est qu'on ignore souvent la manière de la brûler, qu'on se doute à peine des nombreux services qu'elle rend à la société, et qu'on est loin d'imaginer la quantité immense de bois qu'elle épargne. Si l'on veut se faire une idée de cette économie, il suffira de dire que les tourbières de la Prusse, dont le produit ne s'élève qu'à environ quatorze millions de pieds cubes de cette substance par an, remplacent dans la combustion, au moins deux cent mille stères ou mètres cubes de bois (1); qu'enfin la Hollande serait inhabitable sans le secours de la tourbe, qui lui est aussi précieuse que la houille l'est à l'Angleterre.

La tourbe compacte ou moulée, qui est la meilleure, puisqu'elle renferme beaucoup de parties combustibles sous un petit volume, peut

(1) Héron de Villefosse, *Richesse minérale*, t. 1, p. 390.

s'employer dans toutes les fabriques où il s'agit d'échauffer ou d'évaporer une masse quelconque de liquide ; elle s'emploie non-seulement sous ce rapport au service des salines, des aluneries, dans les manufactures d'eau-de-vie, de salpêtre, sous les chaudières des teinturiers et des brasseurs, mais encore à la cuisson de la chaux, des faïences, des briques et de la tuile, dont on fait une si énorme consommation en Hollande. Quelques tentatives ont même été faites en Allemagne pour la substituer au charbon de bois dans le traitement métallurgique des minerais ; mais jusqu'à présent le succès en est au moins douteux.

La tourbe étant susceptible des deux combustions dont nous avons parlé en traitant de la houille, peut se convertir en charbon comme elle, soit par distillation, soit par suffocation, et donner naissance à des produits liquides qui paieraient en partie les frais de préparation. Voici, a cet égard, des expériences récentes qui sont dues à M. Blavier, ingénieur des mines ; il en résulte que les différentes qualités de la tourbe des marais (car c'est uniquement de celle-ci dont il s'agit), soumises à la distillation dans des vaisseaux de fer battu, produisent, terme moyen, 41 parties de charbon par quintal de tourbe environ, 0,50 de goudron, et 20 à 25 pour 100 d'un liquide particulier, qui peut être employé dans la teinture des soies ou

des laines (1), et une assez grande quantité de gaz hydrogène carboné, qu'on peut utiliser dans l'opération même, en le faisant servir à activer le feu de la distillation, qui est d'ailleurs alimenté par les tourbes inférieures en qualité, et désignées sous le nom de *tourbes mousseuses*.

Le charbon obtenu par cette méthode est bien préférable à celui qu'on prépare par suffocation à la manière des charbons de bois; et il résulte des expériences de M. Blavier et des procès-verbaux faits à l'appui, en présence de plusieurs commissaires de la chambre de commerce de la ville de Reims, où les expériences ont été faites:

1° Qu'un poids égal de *tourbe*, de *charbon de tourbe* et de *houille*, a produit des degrés de chaleur expansives qui sont dans le rapport des nombres 1,5 — 6,5 et 9,2;

2° Que les temps de la durée de la combustion sont entre eux comme 1 est à 12 et 1 à 13;

3° Que la dépense qu'exigerait l'emploi comparatif de ces trois combustibles pour produire le même degré de chaleur, abstraction faite de la durée différente de la combustion, serait dans le rapport des nombres 1,22 — 1,55 — 1,48;

4° Qu'une quantité égale d'eau avait été amenée à l'état d'ébullition avec une quantité égale de charbon de bois d'une part, et de l'autre avec

(1) *Annales des Mines*, 1819, p. 177.

la même quantité de charbon de tourbe; savoir, avec le charbon de bois en quarante-trois minutes, et avec le charbon de tourbe en trente-deux seulement, le vase et le fourneau étant les mêmes;

5° Qu'avec la même quantité de charbon de bois et de charbon de tourbe, dans le même vase et le même fourneau, on avait évaporé avec le charbon de bois un litre six dixièmes d'eau en trois heures trois minutes, et avec le charbon de tourbe un litre deux dixièmes en deux heures quarante-deux minutes;

6° Qu'à volume égal de charbon de bois et de charbon de tourbe, on était parvenu à chauffer le même nombre de fers à repasser, en sept minutes avec le charbon de tourbe, et seulement en dix minutes avec le charbon de bois;

7° Qu'on a parfaitement soudé deux barreaux de fer de soixante-un millimètres d'équarrissage (vingt-sept lignes) dans l'espace de trente-huit minutes, avec douze kilogrammes de charbon de tourbe, et que la même opération a exigé à peu près la même quantité de houille, mais qu'elle s'est terminée en trente minutes;

8° Que le charbon de tourbe ne communique aucune mauvaise qualité à l'acier, et qu'on a réussi à corroyer avec lui deux limes d'Allemagne;

9° Qu'enfin la fusion des matières d'or et d'argent, qui s'opère en un temps égal avec le charbon de bois et avec le charbon de tourbe dans un

fourneau à vent, emploie environ un tiers de moins en volume de charbon de tourbe que de charbon de bois.

Nous conclurons donc de toutes ces expériences, avec M. Blavier, qui en est l'auteur, et avec MM. les commissaires qui les ont suivies, que l'emploi du charbon de tourbe serait plus économique que celui du charbon de bois, si l'on parvenait surtout à livrer avec bénéfice dans le commerce les deux hectolitres de charbon de tourbe, du poids de soixante-deux kilogrammes, à raison de 3 fr. 75 cent., au lieu de 4 fr. 50 cent. que coûte le même volume de charbon de bois acheté en gros.

Il y a déjà long-temps qu'on a vu à Paris des dépôts de charbons de tourbe préparés à Meaux, et même de tourbe en nature; mais l'emploi de la houille l'a emporté sur celui de la tourbe carboniséc, qui brûle cependant sans odeur ni fumée. Ce serait, pour ainsi dire, exiger trop à la fois des Parisiens, que de prétendre les faire passer brusquement de l'usage du bois à l'emploi de la tourbe; le charbon de terre est un intermédiaire auquel on devra s'arrêter, en laissant aux pays tourbeux et manufacturiers l'avantage de consommer exclusivement, et à bas prix, le combustible qui leur est propre, et qui est une production spontanée de leur sol.

La tourbe fraîche, qui est d'une stérilité com-

plète, exposée long-temps à l'air et à toutes les intempéries des saisons, réduite en poudre et mêlée avec de la chaux, de la marne, du fumier en pleine fermentation ou des eaux croupies, devient un excellent engrais. (*Nouv. Cours d'Agr.* et *Bibl. Brit.*) Les Anglais ont acquis la certitude, par l'expérience, que pour tirer tout le parti possible de cet amendement, il faut le semer au printemps, lorsque les plantes sont en pleine végétation (lord Dundonald). Enfin les terrains tourbeux saignés, brûlés ou chargés de sables, peuvent devenir très-fertiles; les prairies de la Hollande en sont de beaux exemples.

La tourbe battue entre deux murs, quand elle est à moitié sèche, devient un excellent conroi; car après avoir absorbé toute l'eau dont elle est susceptible de se charger, elle se gonfle et s'oppose ensuite à son passage avec autant de succès que le ferait la meilleure glaise; on cite de ces digues de tourbes en Suède et en Norwège. Faujas a rapporté de Carinthie une tourbe filamenteuse, de couleur fauve, que les habitans mêlent avec la laine dont ils fabriquent les draps grossiers à leur usage.

DE L'ORIGINE ET DE LA FORMATION DES TOURBES MARÉCAGEUSES.

On sait parfaitement aujourd'hui que les tourbes sont formées par l'accumulation de certaines

plantes qui croissent en abondance dans les marais; on peut même en suivre la gradation, en partant de la surface où elles sont fraîches et vivantes, et allant vers la partie inférieure des tourbières qui renferment les couches les plus anciennes, les plus compactes et les plus estimées; mais ce qu'on ne sait point aussi bien, c'est la raison pour laquelle certains marais ont la faculté de transformer les plantes qu'ils nourrissent en tourbe, tandis que d'autres qui n'en sont point éloignés, et qui produisent les mêmes vegétaux, les laissent se pourrir et se consumer sans avoir la puissance de les *tourber*. Il ne faut donc pas considérer ce combustible comme étant un *humus*, ou le résidu des végétaux pourris; c'est au contraire un assemblage de plantes dont le tissu est bien conservé, et qui a même la propriété de préserver le bois de la décomposition: on compare cette action préservatrice à une espèce de tannage; et ce n'est pas sans raison, car les tourbes renferment du tannin.

On croit assez généralement que les tourbes se forment journellement encore, qu'elles tendent à remplir de nouveau les excavations d'où l'on en a déjà extrait, et qu'il s'en prépare de vastes dépôts au fond de certains lacs, pour le service des générations futures: quelques naturalistes pensent même que cette reproduction suit une marche assez rapide. M. Van-Marum, directeur

du muséum de Teyler à Harlem, a constaté qu'il s'est formé dans l'un des bassins de son jardin *une couche de tourbe de quatre pieds d'épaisseur* en moins de *six ans*, et que cette tourbe moderne étant séchée, brûlait et donnait du charbon comme les tourbes ordinaires (1).

Quelques mousses, et surtout une espèce de conferve (2) qui se multiplie avec une abondance extraordinaire, forment la base des tourbes communes; mais la preuve que la propriété de se tourber n'appartient point à ces plantes, mais plutôt à l'eau où elles croissent, ou à toute autre circonstance locale qui nous est échappée jusqu'à ce jour, c'est qu'il existe des tourbes qui sont entièrement composées de feuilles d'arbres, et même de feuilles d'arbres verts, telles que celles qui ont été découvertes sous les murs de Maestricht et dans les montagnes du Jura; tandis qu'il existe une infinité de marais où les conferves se multiplient sans jamais donner naissance à un atome de tourbe.

On rencontre de petites tourbières sur les cols

(1) Lettre de M. Van-Marum à Faujas, janvier 1803. *Ann. du Mus.*, t. II, p. 91.

(2) On appelle *conferves* ces plantes filamenteuses et vertes qui croissent dans les marais, et qui se font remarquer par la finesse excessive de leurs rameaux et la vivacité de leur couleur veloutée; elles appartiennent à la grande série des cryptogames. *Voyez* Vaucher; *Histoire des Conferves.*

et sur les plateaux élevés des Alpes ; j'en ai observé une entre autres sur le sommet de la montagne de Pormenaz, en Savoie, à l'entrée de la vallée de Chamouny, et sur la route qui conduit au Buet. Elle était composée de plusieurs petits bassins de quelques toises de diamètre seulement, et renfermait une tourbe qui semblait entièrement composée de mousses et de graminées ; elle contenait en outre un assez grand nombre d'amandes provenant de l'arol ou *pinus cimbro*, quoique la région des arbres ne s'élève plus aujourd'hui à la hauteur de cette tourbière, qui est à environ douze cents toises au-dessus du niveau de la mer.

PIERRES FILTRANTES.

Avant l'heureuse découverte des filtres à charbon, on était réduit à passer l'eau à travers le sable ou à travers des pierres dont le tissu était assez lâche pour permettre à l'eau de les traverser, mais qui ne donnait passage à aucun des corps étrangers qui troublent ordinairement sa limpidité. Ces pierres étaient souvent de la nature du grès quartzeux ; mais l'on en employait aussi à Paris qui étaient analogues à la pierre de liais (1), qu'on taillait en tablettes minces et per-

(1) *Voyez* Liais.

méables, et qu'on tirait particulièrement des carrières de St-Leu, de Vergelet et de Gentilly.

Les grès de Libochovitz en Bohême sont très-renommés pour cet usage, suivant Patrin, ainsi que ceux des Canaries, où l'on emploie aussi pour cet usage la pierre ponce du pic de Ténériffe. Mais le grès qui mérite plus justement encore la réputation qu'il s'est acquise, est celui qu'on exploite entre *St-Sébastien* et *Guetaria*, dans le *Guipuscoa* et la Navarre, près des côtes de la mer en Espagne. Son tissu lâche, et la facilité avec laquelle on parvient à le sculpter, le font rechercher pour cet usage. Des prêtres charlatans ont même abusé de cette faculté pour en faire exécuter des statues de saints, dont la tête creuse semblait verser des larmes en donnant passage à l'eau dont on la remplissait, et cela par la partie la plus mince qui se trouvait naturellement placée dans l'enfoncement des yeux.

Cette manière de filtrer l'eau, qui nous a été suggérée par la nature, présente quelques commodités dans la pratique, parce qu'il est aisé de nettoyer, au moins à l'extérieur, la pierre filtrante ; mais il arrive un moment où ses pores se bouchent et où elle cesse entièrement d'être perméable. Cependant, comme les filtres à charbon agissent chimiquement sur les liquides qui les traversent, il peut arriver quelques circonstances particulières où les grès et les sables quarzeux,

parfaitement purs, doivent leur être préférés : c'est le cas du vinaigre, par exemple, qui se change en un liquide insipide en traversant les filtres à charbon, et qui se clarifie sans s'affaiblir en filtrant à travers le sable de Fontainebleau. (Etablissement de MM. Molerat.)

Il n'en reste pas moins constant qu'on doit préférer les filtres à charbon pour dépurer et clarifier l'eau, parce qu'ils ont la propriété de la dépouiller non-seulement des corps étrangers qui y sont suspendus; mais encore des particules putrides et infectes qui en rendent quelquefois l'usage pernicieux. Marie de St-Ursin prétendait même qu'on était parvenu, à l'aide de ces filtres, à rendre l'eau de mer potable; ce qui nous semble assez difficile à croire (1).

TERRES A FOULON.

Les terres à foulon, proprement dites, sont les argiles smectiques des minéralogistes qui diffèrent des terres à potier communes, et qui se rapprochent des marnes; elles sont grasses au toucher, se polissent avec l'ongle, se dilatent dans l'eau, sans y acquérir cependant une grande ductilité, présentent des teintes et des couleurs variées, et sont susceptibles de fondre à une chaleur élevée.

(1) Marie de Saint-Ursin, *Etiologie*, etc.

On sait que l'emploi des terres à foulon consiste à enlever aux draps l'huile qu'on est forcé de mêler à la laine pour la carder et la filer. Cette opération consiste à fouler ces étoffes dans de grandes auges, et sous des pilons de bois qui frappent obliquement et forcent les pièces à se retourner continuellement sur elles-mêmes. On introduit dans l'auge de l'eau mêlée de terre, en dose suffisante, et l'on continue à en faire passer un filet pendant tout le temps que dure le travail. Suivant les qualités des draps, on remplace quelquefois la terre par du savon liquide ou de l'urine, mais toujours dans le but d'absorber l'huile qui est imprégnée dans le corps même de l'étoffe. On conçoit maintenant qu'une argile très-grasse, qui ferait une pâte tenace avec l'eau ne conviendrait nullement au foulage des étoffes de laine, et qu'il doit nécessairement en exister de beaucoup meilleures les unes que les autres. Il est toujours prudent de laver et de décanter ces terres pour en séparer les graviers ou les pyrites qu'elles renferment souvent, et qui pourraient user et même cribler les pièces de trous, si l'on ne prenait pas cette précaution avant de les jeter sous les pilons.

Parmi les terres à foulon qui jouissent d'une sorte de réputation, on peut citer, en France, celle d'*Issoudun*, qui est employée dans cette ville et dans les manufactures de draps de *Châteauroux*, département de l'Indre ;

De *Villeneuve*, près Vienne, et de *Septème*, département de l'Isère ;

De *Flavin*, arrondissement de Rhodez, qui porte le nom de *terrail*, et qui est exploitée de temps immémorial pour le service des foulonniers du pays (Blavier) ;

De *Rittenenau* en Alsace ;

En Allemagne, celles de *Rossœin*, de *Schomberg*, de *Johann-Georgenstadt* en Saxe, et de *Grossalmerode* en Hesse, qui est déjà célèbre par les creusets qu'on en fabrique, et qui s'exporte aussi comme terre à foulon, en masses cubiques du poids de 9 liv. ;

En Angleterre, celles de *Brick-Hill*, en Staffordshire, de *Woburn* en Bedfordshire, de *Riegate* en Surrey, de *Maidstone*, de *Nussey* et de *Petworth*, dans le comté de Kent ;

En Ecosse, celles de l'île de *Skye*.

On est si persuadé, en Angleterre, de l'influence qu'ont ces différentes terres sur la beauté des draps, que l'exportation en est défendue sous des peines graves.

Plusieurs bons chimistes ont analysé les terres à foulon, pour tâcher d'y découvrir le principe qui leur transmet la propriété de s'emparer de l'huile; mais, malgré leurs recherches, ils n'y ont reconnu que de l'alumine, dans la proportion de 25, de la silice dans celle de 51 pour cent ; et le reste s'est trouvé composé de magnésie et

de chaux carbonatée, d'où l'on a conclu que c'est l'alumine elle-même qui jouit de cette propriété.

Certaines terres à foulon paraissent être le produit des laves décomposées : quelques lithomarges s'en rapprochent fortement, et il paraît certain que le *creta fullonia* et le *galactis* des anciens répondaient parfaitement à nos terres à foulon.

Le savant botaniste Desfontaines m'a appris qu'on fait usage à Tunis, pour peigner les étoffes de laines, de morceaux de laves poreuses et légères, qui produisent le même effet que le chardon à foulon. Ainsi l'argile n'est point la seule substance minérale qui soit susceptible de contribuer à la préparation des draps ; et, comme la dépense des chardons est assez considérable, que leur culture occupe des terrains qu'on pourrait employer plus utilement, il serait peut-être convenable de faire quelques essais avec nos laves poreuses et légères, qui sont analogues à celles qu'on emploie à Tunis, et qui viennent d'Oran.

Le talc stéatite sert, dit-on, quelquefois dans le travail des foulonniers ; mais je ne crois pas qu'il puisse remplacer avantageusement l'argile smectique. Ce qu'il y a de beaucoup plus certain, c'est qu'il sert aux tailleurs d'habits à tracer sur le drap avant de couper : il porte alors le nom de craie de Briançon. Les Arabes en font usage au bain pour s'adoucir la peau, parce que cette pierre est douce et savonneuse au toucher.

DES PIERRES A DÉTACHER.

Les pierres à détacher sont des argiles marneuses qui ont la propriété, comme les terres à foulon, d'absorber les corps gras. Aussi ces pierres n'ont-elles la faculté que d'enlever les taches de graisse et nullement les autres. On taille ces argiles en petites tablettes, afin qu'on puisse s'en servir commodément quand on en veut faire usage.

Pour enlever une tache de graisse ou d'huile, sur une étoffe de laine, au moyen de cette substance argilo-marneuse, on commence par humecter un coin de la tablette avec de l'eau, et l'on en frotte toute la tache jusqu'à ce qu'elle soit couverte d'une couche de terre assez épaisse, et on laisse sécher complétement. Ayant frotté et fait tomber toute la terre avec une brosse, la tache doit avoir disparu avec la substance grasse qui la produisait, parce qu'elle a été tout absorbée par l'argile. On reconnaît là parfaitement l'usage et l'action de la terre à foulon, et en effet, c'est la même opération en miniature.

La pierre à détacher que l'on vend à Paris, sur les places publiques, sous les noms de *pierre à détacher*, de *composition*, ou de *savon de soldat*, provient d'une couche d'argile marneuse, blan-

châtre, marbrée ou bleuâtre, qui existe dans la montagne de Montmartre.

La terre savonneuse qui se trouve à Romanêche, près Mâcon, parmi le manganèse qu'on y exploite, est d'un rouge marbré de blanc et d'une finesse extrême. Les ouvriers qui travaillent à la mine m'ont assuré qu'ils s'en servaient habituellement pour se raser. Chardin rapporte que les femmes de Perse se servent d'une terre savonneuse qu'on apporte de l'Arménie et de la Perside, pour se laver la tête au bain.

La terre de Lemnos, la terre sigillée des anciens, tirée de l'île de Cimolis, dans l'archipel grec, et qui est aujourd'hui l'île d'Argentière, près de Milo, est encore une espèce de pierre ou de terre à détacher ; mais elle diffère totalement des terres à foulon ou à détacher ordinaires : du moins il faut bien s'entendre à ce sujet, afin d'éviter les équivoques.

Il paraît donc que la terre sur laquelle on imprimait un cachet, et qui s'exportait au loin, précédée d'une réputation médicinale fort mal acquise, et dont on trouve encore quelques petits pains dans les vieilles pharmacies, est tout-à-fait différente de celle dont on se sert maintenant dans l'Archipel pour blanchir le linge à la manière du savon. Cette dernière, dont j'ai vu long-temps une briquette dans le cabinet de Faujas, me paraît être le résidu d'une roche décom-

posée dont la potasse est à nu. La tablette que je cite se couvrait continuellement d'une efflorescence alkaline très-sensible à l'œil et au goût; elle était accompagnée d'une suite assez complète de la roche qui, par sa décomposition, donne naissance à ce véritable savon minéral. Cette roche est un porphyre rouge de brique avec des taches blanches; elle passe au blanc parfait par les nuances de fleur de pêcher et de rose incarnat; je ne puis point assurer qu'elle ne soit pas volcanique. (*Voyage d'Olivier.*)

L'on voit que le savon minéral de l'Archipel, que l'on nomme aussi *argile cimolithe*, doit agir sur les corps gras d'une toute autre manière que les terres à foulon ordinaires. En effet, nous avons vu que c'était par simple absorption ou par affinité de l'argile pour l'huile, que la terre à foulon agissait sur les draps, tandis que la potasse de la terre de l'Archipel, en se combinant avec les corps gras, forme un savon dissoluble dans l'eau et se rapproche en cela du but qu'on se propose dans les lessives et les savonnages.

A toutes ces substances minérales qui sont employées dans l'économie domestique, et qui sont plus ou moins importantes, il faut ajouter, pour en compléter la liste :

1° *Les substances ocreuses rouges*, qui ne sont ordinairement que des argiles surchargées d'oxide rouge de fer, qui tachent les doigts quand on les

touche, et qui sont employées dans les campagnes, pour marquer les moutons, avec d'autant plus de solidité que ces substances colorantes se combinent avec le suint de la laine, et que l'eau n'a aucune action sur elles. Les ocres du Berry sont excellentes pour cet usage; et, en Auvergne, on se sert d'une lave décomposée rouge, qui se trouve dans le ravin de la *Craie*, au sud du *Puy-de-Sancy*, dans les monts d'Or, pour marquer les troupeaux, et pour colorer la croûte des fromages.

2° *Les pierres à mouche* sont des minerais de cobalt arsenical, ou même des minerais d'arsenic d'une couleur noire, qui se reconnaissent à l'odeur d'ail qu'ils exhalent en brûlant, et en répandant des vapeurs blanches. On les pulvérise grossièrement, l'on en met une petite quantité dans le fond d'une assiette avec de l'eau et du sucre, les mouches, attirées de loin, boivent cette liqueur empoisonnée, et meurent aussitôt; mais, au lieu de diminuer le nombre de celles qui seraient entrées naturellement dans les appartemens, il est certain que cette précaution l'augmente. (*Voy.* l'art. Minerais de cobalt et d'arsenic.)

3° *La pierre à rats* d'Angleterre est un carbonate de baryte qui se fait remarquer par sa grande pesanteur, sa texture fibreuse et sa couleur verdâtre; elle agit sur l'économie animale comme vomitif violent.

4° *Le sulfure d'arsenic* jaune et rouge est employé à la Chine pour détruire les insectes : en Europe, nous nous servons du soufre.

Les sels, les combustibles et les métaux, dont les usages sont si fréquens dans l'économie domestique, mais qui exigent des opérations plus ou moins compliquées pour être appropriés à nos besoins, seront décrits dans la division consacrée à l'histoire des minerais dont on les extrait, et leurs différentes applications y seront rappelées avec le plus grand détail. (*Voy.* quatrième Division, fabrication des métaux, des sels, des combustibles, etc.)

TROISIÈME DIVISION.

MINÉRAUX

EMPLOYÉS DANS LA MÉDECINE ET L'ART VÉTÉRINAIRE.

L'on emploie peu de minéraux proprement dits, dans l'art de guérir ; la plupart des substances minérales dont on fait usage en médecine sont des préparations pharmaceutiques, telles que l'émétique, le kermès, le mercure doux, etc. Cependant, comme plusieurs sels se trouvent tout formés dans la nature, qu'il suffit de les purifier pour les approprier à nos besoins, que certaines terres, et quelques pierres même, sont rangées au nombre des remèdes, j'ai dû les citer ici et en rappeler les principaux usages.

L'air et l'eau, que l'on range aujourd'hui parmi les minéraux, devraient peut-être se trouver à la tête des substances médicamenteuses, puisqu'il est certain que leur influence est incontestable sur l'économie animale, non-seulement quand ils sont alliés à quelques principes étrangers, mais encore dans leur plus grand état de pureté.

Tout le monde connaît l'action de l'air léger,

Les sels acides ou sur-sels ;

Et les sels avec excès de bases ou sous-sels.

On peut dire, en général, que les sels neutres sont ceux qui ne verdissent ni ne rougissent les teintures bleues végétales (le sel marin);

Que les sels acides rougissent les mêmes teintures (l'alun) : et que les sous-sels, ou sels-oxides, les verdissent (le borax).

La composition des sels nous occupera beaucoup plus ici que leur gissement, ou leur manière d'être dans la nature. J'insisterai donc sur leur analyse, parce que c'est la partie essentielle de leur histoire, ou du moins celle qui intéresse le plus directement la médecine. Aussi les sels alkalins, terreux et métalliques, qui se trouvent tout formés dans la nature, et qui jouissent de quelques propriétés médicinales, vont être successivement examinés sous ce point de vue seulement. Quant à leur emploi dans le traitement de telle ou telle affection, et à la dose qu'il convient d'en administrer, j'ai dû réclamer les lumières d'un homme de l'art, et c'est M. le docteur Blondy qui a bien voulu remplir cette tâche.

1. AMMONIAQUE MURIATÉE,

Vulgairement sel ammoniac.

Saveur urineuse, facilement dissoluble dans l'eau, dont il abaisse sensiblement la température; odeur piquante quand on le broie avec de la chaux vive; couleur grisâtre et cassure striée.

Ce sel est composé

D'ammoniaque.	0,40
D'acide muriatique	0,52
Et d'eau.	0,08
	1,00

On le trouve dans la nature, aux environs des volcans brûlans; il se sublime sous la forme de petites aiguilles à la surface des pierres, et s'y accumule souvent sous celle de croûtes assez épaisses; c'est ainsi qu'on l'a rencontré, diversement coloré, près des cratères du Vésuve, de l'Etna, à la Solfatarre de Pouzzole, aux îles Ponces, à la Guadeloupe, etc. Mais comme il ne se trouve ainsi qu'en petite quantité, et pour ainsi dire d'une manière accidentelle, on le retire plus fréquemment des matières animales qui le contiennent tout formé, comme la fiente de chameau, etc. Aussi presque tout le sel ammoniac du commerce, qui se trouve en pains plats d'un côté et ronds de l'autre, nous est-il apporté du Levant, et particulièrement d'Egypte. Il s'en fabrique cependant aussi en Europe, en France,

et même à Paris, où les débris des matières animales sont si communs.

Ses usages en médecine sont peu variés, mais il sert à la préparation de l'*alkali volatil;* et l'on sait que l'emploi de cette liqueur est très-recommandé dans les secours aux asphyxiés, et lors de la piqûre de la tarentule, de la guêpe, la morsure de la vipère, etc. Le muriate d'ammoniac en nature a une propriété manifestement stimulante sur l'économie animale. La puissance résolutive fondante qu'on lui attribue communément, n'est relative qu'à son action sur la contractilité fibrillaire des glandes du système lymphatique ; cependant M. le docteur Alibert en a retiré de bons effets dans le traitement des fièvres intermittentes, en l'associant à la poudre de quinquina, à la dose d'un demi-gros.

2. AMMONIAQUE SULFATÉE,

Vulgairement sel ammoniacal secret de Glauber.

Saveur âcre et amère, soluble dans l'eau chaude ; odeur piquante lorsqu'on le broie avec de la chaux vive ; ne répandant aucune vapeur quand on le jette dans de l'acide sulfurique, ce qui le distingue de l'ammoniaque muriatée :

Composé, d'après Kirwan,

D'ammoniaque.	0,40
D'acide sulfurique.	0,42
Et d'eau	0,18
	1,00

Ce sel s'est trouvé sous forme de stalactites jaunâtres, recouvertes d'une poussière farineuse blanchâtre, dans les Lagoni de Sienne, en Toscane : il est peu employé en médecine.

3. POTASSE NITRATÉE,

Vulgairement sel de nitre, nitre ou salpêtre.

Saveur fraîche, fusant sur les charbons ardens, et animant la combustion de ceux qui sont presque éteints; plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide, et par conséquent cristallisant par refroidissement en aiguilles blanches ou en cristaux hexaèdres striés longitudinalement, terminés par des pyramides à six faces.

Composé, suivant Bergmann,

De potasse	0,49
D'acide nitrique.	0,33
Et d'eau	0,18
	1,00

Le nitre est très-commun dans la nature; il est disséminé presque partout, mais ne forme jamais de masses considérables. Il se présente sous la forme d'efflorescences à la surface de quelques terrains, mais particulièrement sur les parois des murs des vieux bâtimens, des carrières abandonnées, et dans les lieux où des matières animales et végétales entrent en putréfaction. Les étables, les caves, les écuries, sont les endroits où il se forme plus abondamment; la

pierre calcaire semble aussi contribuer à sa formation, ou du moins la faciliter ; les plaines crayeuses des pays chauds et arides sont assez souvent couvertes d'efflorescences nitreuses, qui se reforment assez rapidement quand on en a fait la récolte. Ce qui fait penser que l'air extérieur est indispensable à sa création, c'est que le même terrain qui s'en couvre journellement à sa surface, n'en renferme point à une légère profondeur.

Il existe tout formé dans plusieurs plantes, et entre autres dans le tabac, le soleil, et les borraginées.

Le nitre naturel est loin d'être pur; aussi celui qui sert en médecine provient de la quatrième ou cinquième cuite; c'est-à-dire qu'il a été dissous et recristallisé quatre à cinq fois. On trouvera quelques détails sur sa fabrication et ses usages dans les arts, au chapitre qui est consacré à l'histoire des minerais.

On l'emploie en médecine comme rafraîchissant et diurétique, mais lorsqu'il est très-étendu d'eau seulement. On l'emploie avec succès dans les fièvres ardentes, dans certains cas d'ictère (jaunisse), dans la deuxième période des inflammations aiguës et internes des voies urinaires, dans les commencemens des gonorrhées bénignes, etc. On le fait prendre ordinairement depuis 6, 10, 15, 20, 30 grains, et jusqu'à 1 gros dans une pinte

de petit-lait, d'eau de chicorée, d'oseille, etc. On l'administre quelquefois aussi pour le traitement des fièvres aiguës, sous la forme de bol, composé de deux grains de nitre et quatre grains de camphre. Il serait très-imprudent d'administrer le nitre à la dose de plusieurs gros à la fois, dissous dans peu de véhicule ; des expériences faites sur les animaux et plusieurs observations cliniques, ont mis hors de doute les propriétés vénéneuses de ce sel ; il agit puissamment sur le système nerveux, en déterminant la paralysie, des convulsions, et l'inflammation du tissu du canal digestif.

4. SOUDE SULFATÉE,

Vulgairement sel de Glauber natif.

Saveur salée, et d'une amertume désagréable, plus soluble à chaud qu'à froid, et donnant par conséquent des cristaux par refroidissement; ses aiguilles s'effleurissent à l'air, en se couvrant d'une couche blanche et matte ; aucun alkali ne le précipite de sa dissolution, ce qui le distingue du sel d'Epsom, avec lequel il a la plus grande ressemblance extérieure.

Composé, d'après Bergmann,

De soude	0,15
D'acide sulfurique.	0,27
Et d'eau	0,58
	1,00

Ce sel existe en dissolution dans les eaux d'un grand nombre de lacs, particulièrement dans celui de Neusiedel en basse Hongrie, de Guniskoï en Sibérie, et de beaucoup d'autres de ces mêmes contrées. Il s'effleurit aussi à la manière du salpêtre sur les parois des murs de Copenhague, de Hambourg, à la surface des terrains des environs de Madrid et d'Aranjuez, et sur un des points escarpés de la Solfatarre de Pouzzole. Il se donne comme purgatif.

5. SOUDE MURIATÉE,

Vulgairement sel commun, sel de cuisine, sel marin ou sel gemme.

Tout le monde connaît la saveur de ce sel, et ce caractère suffit pour le distinguer de tous les autres; il se dissout plus promptement dans l'eau chaude que dans l'eau froide, mais en même quantité; il cristallise en cubes, pétille sur les charbons ardens, et devient opaque.

Le sel marin, qui s'obtient par l'évaporation naturelle de l'eau de mer dans les marais salans, n'est point pur; il contient plusieurs sels déliquescens, qui procurent une humidité continuelle à la masse entière, et qui donnent même une sorte d'âcreté au sel gris; ce qui a fait supposer qu'il sale davantage que le sel blanc.

Le sel de saline et le sel gemme sont généra-

lement moins impurs, mais ne sont point cependant tout-à-fait exempts de mélanges; en sorte que le muriate de soude employé en médecine doit être purifié par les pharmaciens; il y a autant de différence entre le sel brut et le sel raffiné, qu'entre le salpêtre de première cuite et le nitre proprement dit.

Les analyses que les chimistes ont faites de la soude muriatée prise en différens lieux et amenée au plus grand degré de pureté possible, ne s'accordent point dans les proportions de la base et de l'acide. Voici celles que Klaproth a rapprochées dans son *Dictionnaire de chimie*:

La soude muriate est composée,

SUIVANT BERGMANN,

De soude	0,42
D'acide muriatique	0,52
Et d'eau	0,05
	0,99

SUIVANT KIRWAN,

De soude	0,53,00
D'acide muriatique	0,36,88
Et d'eau	0,08,12
	100,00

SUIVANT BUCHOLZ.

De soude	0,66
D'acide muriatique	0,28
Et d'eau	0 06
	1,00

SUIVANT WENZEL,

De soude	0,54
Et d'acide muriatique	0,46
	1,00.

SUIVANT ROSE,

De soude	56,80
Et d'acide muriatique.	43,20
	100,00

Enfin M. Berthollet a obtenu du muriate de soude de toutes pièces ou par synthèse, en saturant 100 parties de soude par 88 parties d'acide ; ce qui donnerait pour 100 parties de ce sel artificiel :

Soude	53,2
Acide muriatique	46,8
	100,0

Résultat qui cadre parfaitement avec celui de Wenzel.

La soude muriatée est excessivement répandue dans la nature, puisqu'elle existe en quantité très-notable dans les eaux de la mer, dans celles d'une foule de sources souterraines, et qu'elle forme des amas solides d'une étendue immense. On trouvera les plus grands détails sur le gissement de cette substance, au chapitre qui est consacré à l'histoire des minerais.

La soude muriatée est employée en médecine

pour le traitement des écrouelles, et généralement contre tous les engorgemens lymphatiques; à petite dose, nous l'employons journellement à l'assaisonnement de notre nourriture, et non-seulement elle est agréable au goût, mais elle facilite la digestion en stimulant légèrement les parois de l'estomac (Hallé).

Placée au fond d'un verre à pied dans lequel on verse quelques gouttes d'acide nitrique, elle cède subitement un gaz qui neutralise l'air infect des salles contagieuses des hôpitaux; et mélangée avec de l'oxide de manganèse et de l'acide sulfurique, elle produit le gaz désinfectant de Guyton, dont il ne faut cependant point abuser, puisqu'il irrite et provoque la toux la plus sèche et la plus pénible. (*Voyez* Manganèse oxidé.)

L'art vétérinaire fait journellement usage de ce sel, et dans l'état de santé l'on en donne assez abondamment aux moutons, aux chèvres, aux vaches, aux bœufs, et généralement à tous les ruminans, qui en sont tellement avides, qu'ils vont lécher les pierres salées qui existent dans certains pays montagneux. En Bavière et en Tyrol, où les salines sont si communes, on met dans les étables et dans les bergeries, des pierres imprégnées de sel, qu'on nomme *salègres;* et l'on en place aussi dans les bâtimens où l'on veut fixer les pigeons.

M. Virey pense que l'instinct des animaux her-

bivores les porte à rechercher le sel, quand ils ont pâturé dans des terrains marécageux.

6. SOUDE BORATÉE,

Vulgairement borax.

Goût savonneux, fusible à la flamme d'une bougie, d'abord en une fritte boursouflée, qui se réduit ensuite en un verre bulleux; plus soluble à chaud qu'à froid, cristallisant par refroidissement, et ne faisant aucune effervescence avec les acides.

Le borax est composé, d'après Kirwan,

De soude	0,17
D'acide boracique.	0,34 (1)
Et d'eau	0,47
	0,98

Le borax des pharmaciens n'est point tel qu'on nous l'apporte de l'Inde et du Thibet; avant d'être purifié il est en très-gros cristaux, recouverts d'une matière grasse qui porte le nom de *tinckal* chez les Indiens; mais lorsqu'il a été préparé, il est d'une transparence gélatineuse, sa cassure est vitreuse, et ses cristaux présentent la forme prismatoïde.

(1) L'acide boracique, borique pur et concret (sel sédatif), existe à l'état libre dans les Lagoni de Toscane, particulièrement dans ceux de Cherchiajo et de Monte-Cerboli, etc.; il se trouve sous la forme de paillettes brillantes et insipides. Son usage en médecine, est peu important.

Il paraît constant que ce sel se forme journellement dans les fonds vaseux de certains lacs du Thibet, dont on le retire à certaines époques; on assure aussi qu'il s'est rencontré dans les mines de la province du Potose, au Pérou.

Outre les nombreux usages du borax dans les arts, on l'emploie aussi en médecine, en le mélangeant à la crème de tartre pour en faciliter la solution. On se sert plus souvent de l'acide boracique pour le même usage; on a proposé de l'exclure de la matière médicale, mais des praticiens recommandables le donnent encore à la dose de vingt-quatre grains dans une pinte d'eau ou de petit-lait.

7. SOUDE CARBONATÉE,

Vulgairement natron.

Saveur savonneuse, effervescent avec tous les acides, verdissant le sirop de violette, s'effleurissant à l'air et s'y réduisant en poussière; très-dissoluble, et cristallisant par refroidissement en octaèdres à faces triangulaires scalènes.

Ce sel est composé, d'après Bergmann,

De soude	0,20
D'acide carbonique.	0,16
Et d'eau	0,64
	1,00

Le natron se forme naturellement dans plu-

sieurs lacs d'Égypte, situés dans le désert de Thaïat ou de Saint-Macaire, à l'ouest du Delta. En hiver on remarque qu'il s'élève du fond de ces lacs une eau violâtre, qui semble transsuder de cette partie ; et pendant la saison des chaleurs, qui dure environ neuf mois dans ce pays, cette eau s'évapore complétement, et laisse à sa place une couche de natron, que l'on brise et qu'on enlève.

Le savant Berthollet, qui a visité ces lacs lors de l'expédition d'Égypte, pense que la formation de ce sel est due à la décomposition du muriate de soude, par le carbonate de chaux à l'état de craie qui est en contact avec lui.

Un grand nombre de plantes marines fournissent ce sel par incinération ; c'est la soude du commerce.

Ses usages en médecine sont assez bornés ; mais la plupart des eaux purgatives lui doivent leurs propriétés. C'est ainsi qu'on le trouve dans celles de Vichy, de Spa, de Seltz, de Carlsbad, d'Egra, de Bilin en Bohême, dans celles de l'Auvergne, etc. Plusieurs médecins l'ont administré avec succès pour prévenir la formation des calculs et pour dissoudre le gravier ; mais le beau travail de Fourcroy nous ayant appris la variété des substances qui donnent naissance aux calculs de la vessie, il en résulte que ce sel ne peut convenir indifféremment à tous les malades. Le carbonate

de soude est purgatif, à la dose d'un gros à un gros et demi.

8. ALUMINE SULFATÉE,

Vulgairement alun, ou sel d'alun.

Saveur astringente; cassure vitreuse; aspect extérieur terne et farineux; dissoluble dans l'eau chaude et difficilement dans l'eau froide; cristallisable par le refroidissement en octaèdres parfaits ou épointés; exposé au feu ou sur un fer rouge, il coule et se fond dans sa propre eau de cristallisation, et passe ensuite, en se desséchant, à l'état d'une masse blanche spongieuse qui est l'alun calciné.

L'alun est composé, d'après M. Vauquelin,

D'alumine.	0,105
D'acide sulfurique	0,210
De sulfate de potasse ou d'ammoniaque, ou des deux sels réunis.	0,200
D'eau.	0,485
	1,000

Tels sont les caractères distinctifs de l'alun du commerce ou de celui dont on fait usage en médecine; mais la plupart ne sont point susceptibles d'être appréciés sur les aluns naturels; car il est rare de les trouver en masse, mais seulement en efflorescences. Les pierres qui fournissent l'alun le renferment rarement tout formé, mais con-

tiennent ses principes constitutifs ; encore est-on souvent forcé d'ajouter l'ammoniaque ou la potasse lorsqu'on le fabrique. (*Voy.*, pour la nature des roches qui servent à la préparation de ce sel, et pour tout ce qui concerne leurs gissemens divers, la quatrième division qui renferme l'histoire de tous les minerais.)

L'alun sert en médecine comme astringent pour arrêter les hémorragies ; et quand il a été calciné et pulvérisé, il a la propriété de ronger les chairs qui croissent avec excès.

Helvétius, Thompson, Richard, Mead, ont beaucoup contribué à accréditer l'emploi de ce remède, surtout pour arrêter les accidens de l'hémoptysie (crachement de sang). « Il me semble cependant, dit M. Blondy, que cette affection se rattache trop à l'ordre des hémorragies actives pour que l'on emploie un remède aussi astringent que l'alun. »

On a observé que cette substance agit d'une manière très-énergique sur les membranes de l'estomac et des intestins ; d'après cela il semble que les doses de ce médicament doivent être très-modérées, par exemple de six à vingt grains. Quand on veut employer la dissolution de l'alun dans l'eau, il faut mettre seulement six grains de ce sel sur une once de liquide.

9. MAGNÉSIE SULFATÉE,

Vulgairement sel d'Epsom, sel amer, sel de Sedlitz, ou sel d'Angleterre.

Saveur très-amère; plus soluble à chaud qu'à froid, et cristallisable par refroidissement en aiguilles prismatiques, dont les sommets sont terminés par deux faces culminantes; s'effleurissant à l'air comme le sulfate de soude, mais beaucoup plus lentement; enfin s'en distinguant d'une manière certaine, en ce que l'addition de la potasse ou de la soude précipite la dissolution de la magnésie en blanc, et n'est d'aucun effet sur celle de la soude sulfatée.

Le sel d'Epsom est composé, d'après Bergmann,

De magnésie.	0,19
D'acide sulfurique.	0,33
Et d'eau.	0,48
	1,00

La magnésie sulfatée ne s'est point encore trouvée en grandes masses dans la nature, mais seulement en efflorescences à la surface de plusieurs roches et de quelques terrains; en Sibérie ce sel est si abondant en été, que l'on enfonce en marchant sur ses efflorescences, comme dans la neige. Enfin il est très-souvent tenu en dissolution dans les eaux de certains lacs de l'Asie et de plusieurs sources connues, telles que celles

d'Epsom dans le comté de Surrey, en Angleterre, de Sedlitz et d'Egra, en Bohême, etc.

Le sulfate de magnésie est un des purgatifs les plus employés en médecine; l'on en retire aussi la magnésie pure, en la précipitant au moyen d'un alcali qui lui enlève son acide; et cette terre, lessivée et séchée, est donnée à petites doses pour absorber les aigreurs des organes digestifs: quant au sulfate, il est donné comme purgatif doux, à la dose de trois ou quatre gros; les Anglais en font un grand usage.

10. CUIVRE SULFATÉ,

Vulgairement vitriol bleu, couperose bleue.

Saveur styptique et cuivreuse; couleur d'un beau bleu céleste; laissant des traces de cuivre rouge quand on le frotte sur une lame de fer poli humide.

Ce sel, qui se trouve dans le commerce en cristaux volumineux, légèrement effleuris, est composé, d'après Proust,

D'oxide de cuivre.	0,32
D'acide sulfurique.	0,33
Et d'eau	0,35
	1,00

Le sulfate de cuivre se trouve rarement à l'état solide dans la nature; on ne cite guère que les mines de Fahlun en Suède, et de Herrengrund

en Hongrie; quelques eaux le tiennent en dissolution, et on peut l'en extraire par la simple évaporation; telles sont celles de Neusohl en Hongrie, de Saint-Bel près Lyon, etc.

Le sulfate de cuivre ne s'emploie guère qu'en chirurgie, pour déterger les vieux ulcères; encore est-on revenu de ce remède.

On en a fait usage dans le traitement de l'épilepsie, de la danse de Saint-Guy, des névroses abdominales, de l'hydropisie, etc., à la dose d'un cinquième ou de deux cinquièmes de grains, dissous et étendus dans une grande quantité de véhicule : tout récemment il a été employé comme émétique contre l'empoisonnement par l'opium. Ce sel, extrêmement vénéneux, ne doit au moins être employé qu'avec une réserve extrême.

II. ZINC SULFATÉ,

Vulgairement vitriol blanc, vitriol de Goslar, ou couperose blanche.

Saveur acerbe et métallique; couleur blanche; limpide, soluble à chaud et à froid; se boursouflant au feu avant de s'y réduire en une scorie grise.

Ce sel est composé, d'après le docteur Schaub,

De zinc	0,25
D'acide sulfurique.	0,21
D'eau.	0,46
	0,92

Plus, une légère quantité de manganèse et de silice.

Le sulfate de zinc n'est pas commun dans la nature ; on ne le trouve que dans les travaux souterrains des mines où l'on a rencontré des filons de blende (zinc sulfuré) ; il s'y présente en efflorescences ou en stalactites. Le lieu principal d'où on l'extrait est la mine de Rammelsberg, près Goslar ; mais la plus grande quantité provient d'une opération métallurgique.

La saveur de ce sel le fera toujours distinguer de tous ceux qui ont une terre ou un alcali pour base ; et l'on ne pourra le confondre ni avec le sulfate de cuivre, ni avec le sulfate de fer, tous trois à l'état d'efflorescences impures, si l'on se rappelle que le premier dépose du cuivre rouge sur le fer humide, et que le second donne un précipité noir par la plus légère addition de noix de galle ; caractères qui sont étrangers au sulfate de zinc.

On fait usage de ce sel en médecine comme émétique, à la dose de douze ou quinze grains, dissous dans douze onces d'eau distillée. Dans la dernière période d'une ophtalmie, on peut employer avec succès un ou deux grains de sulfate de zinc dissous dans une once d'eau de roses, à laquelle on ajoute huit ou dix gouttes de laudanum. Dans le traitement de la leucorrhée, on fait dissoudre trois ou quatre grains de ce sel,

étendus dans une livre d'eau, de crainte d'irriter trop fortement la membrane muqueuse, et l'on en fait des injections.

12. FER SULFATÉ,

Vulgairement vitriol vert, vitriol de mars, couperose verte, etc.

Saveur de l'encre ; vert plus ou moins foncé, approchant du vert bouteille ; souvent couvert d'une efflorescence jaune et terne ; cassure vitreuse ; dissoluble dans deux parties d'eau froide, et dans les trois quarts de son poids d'eau bouillante, précipité en noir par la noix de galle.

Ce sel est composé, d'après Kirwan :

De fer oxidulé	0,23
D'acide sulfurique	0,26
D'eau combinée.	0,08
Et d'eau de cristallisation	0,38
	0,95

Le sulfate de fer se trouve très-rarement pur dans la nature : on le rencontre dans les travaux des mines où l'on exploite des pyrites ou des roches alumineuses ; aussi est-il presque toujours allié au sulfate de cuivre, à l'alun, etc. C'est ainsi qu'il forme des croûtes, des espèces de stalactites, ou des masses fibreuses, verdâtres ou jaunâtres, dans les travaux de Dutweiller, près Saarbruck.

Celui que l'on emploie en pharmacie doit donc

être purifié soigneusement ou préparé de toutes pièces. Ce sel calciné passe à l'état d'oxide rouge ou *colcotar*. Il est employé à l'état de sulfate et à l'état d'oxide comme astringent.

DES COMBUSTIBLES.

Le soufre, les bitumes et le succin sont les seuls combustibles minéraux dont on fasse usage en médecine. Cependant, si nous en croyons les Anglais, l'usage habituel de la houille de bonne qualité apaise les douleurs de poitrine et calme l'irritabilité excessive des nerfs. L'on a même remarqué que depuis l'époque où la consommation de ce combustible est devenue générale, c'est-à-dire, vers la fin du règne d'Elisabeth, l'Angleterre n'a plus été ravagée par les fièvres pestilentielles qui la désolaient auparavant (1). C'est aux physiologistes à constater si cette présomption est fondée, et si ce combustible, si précieux d'ailleurs, peut encore présenter ce nouveau bienfait aux nations qui en font exclusivement usage.

I. SOUFRE.

L'odeur, la couleur et la flamme du soufre nous sont tellement familiers, qu'il est impossible de méconnaître cette substance, ou de la confondre avec aucune autre.

(1) *Lettres de Benjamin Franklin*, t. II, p. 42.

Le soufre est insoluble dans l'eau, et il est probable que la petite saveur dont il jouit est due à une très-faible dose d'acide sulfurique, à l'état libre. Lorsqu'on le presse dans la main, il fait entendre un petit craquement, qui est dû à la rupture de ses parties intérieures, et, lorsqu'on le frotte, il s'électrise résineusement, en exhalant une odeur assez forte.

Le soufre ne pèse pas tout-à-fait deux fois autant que l'eau; il jouit de la double réfraction, quand il est transparent, et devient coulant sous une température peu élevée.

On a cru, pendant long-temps que le soufre était un corps simple; mais l'analyse chimique, et la force de réfrangibilité dont il jouit, ont démontré qu'il contient une certaine proportion d'hydrogène.

Le soufre est assez commun dans la nature, surtout aux alentours des volcans brûlans ou à demi éteints. Celui qui est versé dans le commerce a cependant subi plusieurs préparations, pour le dégager des corps étrangers avec lesquels il est mélangé. Quant à celui qui est pulvérulent, et qui est connu sous le nom de *fleur de soufre*, il est le plus employé en médecine, parce qu'il se mélange facilement, et qu'étant le résultat de la sublimation, on peut le supposer plus pur que tout autre.

Les usages du soufre en médecine sont assez va-

riés : il convient dans le plus grand nombre des affections du système absorbant. On l'incorpore dans des extraits à la dose de douze, dix-huit ou vingt grains par jour; on en compose des tablettes avec du sucre et de la gomme adragant, où il n'entre qu'un dixième de soufre en poids.

Allié au cérat ou à la graisse de porc, sous la forme pulvérulente (fleur de soufre), on en compose un onguent contre la gale, qui est très-employé dans cette affection quand elle est récente.

Combiné avec l'ammoniaque, la potasse ou la chaux, il forme ce que l'on nomme des foies de soufre, et ces composés s'emploient à la dose de douze grains par pinte.

Quant à l'art vétérinaire, il en tire aussi le plus grand parti pour le traitement des animaux : on assure même qu'il leur est favorable en état de santé. L'on cite, à l'appui de cette opinion, qu'il existe dans la province de *Guatimala*, au Mexique, des lacs qui sont alimentés par des sources qui sortent de terrains tellement sulfureux, que les eaux en charrient une grande quantité, qu'elles en rejettent en abondance sur les bords, et que les pâturages arrosés par ces eaux engraissent tellement les animaux qui s'y nourrissent, que les chevaux les plus maigres y prennent en peu de temps un embonpoint extraordinaire (1).

(1) Chaptal, *Chimie appliquée aux arts*, t. I, p. 333.

La division des minéraux employés dans la fabrication des combustibles renferme, à l'article soufre, tous les détails relatifs au gissement et à l'exploitation de ce combustible, ainsi que les différens usages auxquels il est encore appliqué.

2. BITUMES.

Tous les bitumes ont une odeur pénétrante qui a reçu le nom d'*odeur bitumineuse :* elle n'a rien d'âcre ni de fétide, et bien des personnes ne la trouvent point désagréable. Tous les bitumes se ramollissent, coulent et s'enflamment à différens degrés de température ; leur saveur est d'autant plus sensible, qu'ils s'approchent davantage de l'état fluide : alors elle est excessivement pénétrante et tenace ; elle rappelle celle de la térébenthine.

Parmi les différentes variétés de bitumes, la seule qui ait été employée en médecine, et qui jouisse encore de quelque vogue en Orient, c'est le *bitume naphte*, qui est fluide et d'une couleur ambrée ; c'est cette variété que l'on recueille avec le plus grand soin à Bakou, sur le bord de la mer Caspienne, et dont la partie la plus pure est portée à grands frais jusqu'à Ispahan, pour le service exclusif de la cour. Il paraît qu'en réduisant les qualités médicinales du naphte à leur juste valeur, on peut le considérer comme un bon vermifuge, et rien de plus. Quant aux bitumes

noirs et glutineux, nous avons vu ailleurs qu'ils avaient été employés par les Égyptiens pour l'embaumement de leurs momies, et l'on assure qu'on en introduit à Venise dans la préparation de la thériaque; que n'entre-t-il pas dans la thériaque?

3. SUCCIN,

Vulgairement ambre ou carabé.

Aspect résineux; couleur d'un jaune de miel plus ou moins foncé; odeur douce, naturelle, devenant plus forte pendant la combustion, qui s'effectue facilement en répandant une flamme blanche et follette; s'électrisant par le frottement, et recevant un assez beau poli.

Il est aisé de confondre le succin avec la *résine copale*, que l'on fait souvent passer sous ce nom dans le commerce. Mais, si l'on fait brûler, à l'extrémité d'une lame de couteau, un morceau de vrai succin, et qu'on le fasse tomber par gouttes sur une table, on remarquera qu'elles bondiront en brûlant avec un petit bruit, tandis que la copale tombera par gouttes aussi, mais qui s'aplatiront de suite, et ne feront aucun mouvement en achevant de brûler. Ce moyen est le seul connu pour distinguer ces deux substances.

Le succin est une résine fossile qui a découlé d'un arbre qui nous est inconnu; il se trouve particulièrement en Prusse, sur les bords de la Baltique.

Les usages du succin, en médecine, seraient nuls, si l'on n'était point parvenu à en extraire, par la distillation, un liquide d'un goût fort agréable, qui est un des meilleurs antispasmodiques connus : on accorde même à sa fumée la propriété de calmer les douleurs. L'esprit de succin, suivant Morelot, qui a beaucoup travaillé sur ce combustible, entre dans la composition du sirop de carabé; il est sédatif et calmant. L'huile de succin est résolutive, diurétique. Enfin l'acide succinique, qui est concret et qui s'obtient par la sublimation, fait partie de la poudre antispasmodique.

DES MÉTAUX.

Les métaux, à l'état métallique, sont fort peu employés en médecine; car le fer et le mercure sont les seuls qui soient administrés dans cet état: encore le dernier se trouve-t-il oxidé par les préparations qu'on lui fait subir, et, entre autres, en le broyant avec la graisse pour en composer l'onguent gris ou napolitain.

C'est donc plutôt à l'état d'oxide, ou combiné avec les acides, que les substances métalliques jouissent de quelques propriétés médicamenteuses; mais on n'en trouve qu'un très-petit nombre à l'état naturel, et presque toutes sont les produits de l'art. Voici cependant quels sont les

minéraux qui s'emploient directement, et qui appartiennent à la classe des substances métalliques.

1. MERCURE.

La liquidité du mercure, à la température ordinaire dans laquelle nous vivons habituellement, est le caractère qui distinguera toujours ce métal de tous les autres ; il se congèle cependant à la température de quarante degrés centigrades au-dessous de zéro ; il commence à se volatiliser à une température peu élevée, et se condense sur les corps froids, en forme de gouttelettes. Du reste, ce métal blanc jouit d'un assez grand éclat ; lorsqu'il est congelé, il se cristallise en octaèdres, et sa pesanteur spécifique est de 15,6, ou quinze fois et demie plus considérable que celle de l'eau.

On trouve le mercure coulant, et par conséquent à l'état métallique, disséminé en petits globules, dans diverses gangues, avec lesquelles ils sont assez fortement adhérens. La plupart des mines de mercure le présentent sous cette forme, et il s'assemble souvent en assez grande quantité dans les cavités des rochers, d'où on l'extrait avec des seaux. Le Palatinat, la Hongrie, et plusieurs autres pays le présentent dans cet état.

Les usages du mercure, à l'état métallique, sont peu variés en médecine ; mais il sert de base

à une foule de préparations pharmaceutiques, telles que le calomel, ou mercure doux, le sublimé corrosif, l'éthiops, le précipité rouge, qui sont employées dans les affections lymphatiques, etc.

Le mercure sulfuré, qui est le mercure que l'on exploite le plus ordinairement pour la fabrication du mercure métallique, et qui est connu dans le commerce sous le nom de cinnabre natif, est employé en médecine par les Chinois. On sait que ce minéral est d'un rouge cramoisi, qu'il passe à l'écarlate quand on le pulvérise, et qu'il se volatilise par l'action du feu.

2. ARSENIC SULFURÉ JAUNE ET ROUGE,

Vulgairement orpiment et réalgar.

Le *réalgar* est d'un beau rouge orangé ; il est assez fragile pour se laisser écailler par l'ongle ; sa cassure est vitreuse, conchoïde comme celle de l'émail ; il se volatilise sur le feu en répandant une fumée très-épaisse et une odeur d'ail, et le frottement l'électrise résineusement comme le soufre.

Ce minéral est composé, d'après M. Thénard :

D'arsenic métallique.	75
Et de soufre.	25
	1,00

Il se trouve particulièrement dans les fissures des laves qui avoisinent le cratère des volcans

brûlans, ainsi que disséminé dans quelques roches primitives.

Les Chinois font, avec cette substance, des vases purgatifs dans lesquels ils laissent séjourner des acides végétaux que l'on boit ensuite. Ils tirent cette substance du Japon, où elle existe en stalactites, dans un terrain volcanique. (Romé-de-l'Ile.)

Le réalgar et l'orpiment sont des remèdes très-usités en Sibérie, pour le traitement des fièvres intermittentes qui règnent fréquemment dans ces contrées. « J'en fus attaqué la quatrième année de mon voyage, dit Patrin, et les personnes qui m'environnaient me pressaient de faire usage de leur spécifique; mais, en comparant leur constitution avec la mienne, je vis que ce qui leur ôtait la fièvre, pourrait fort bien m'ôter la vie (1). »

L'*orpiment* est d'un jaune citrin vif et éclatant, il est souvent lamelleux, et présente alors des reflets dorés. Ses lames sont peu adhérentes les unes aux autres, et jouissent d'une certaine flexibilité. Il se volatilise au feu comme le réalgar, en répandant une fumée épaisse et une odeur d'ail qu'il faut se garder de respirer.

Il est composé, d'après M. Thénard :

D'arsenic métallique.	57
Et de soufre.	43
	1,00

(1) Patrin, *Histoire des Min.*, édition in-12 des Œuvres de Buffon, t. XXX, p. 154.

Cette substance se trouve en Géorgie, en Valachie, en Natolie, et dans une grande partie du Levant. Les Orientaux en composent une espèce de pommade avec de la chaux vive, qui est un excellent dépilatoire connu des Turcs sous le nom de *rusma* (1). Nous avons vu ci-dessus qu'il partage avec le réalgar la propriété fébrifuge. Mais, quoique ces deux minerais n'aient pas des effets aussi prompts que l'oxide d'arsenic, ce sont cependant des poisons très-actifs qui demandent à être administrés avec la plus grande prudence, et qui ne conviennent peut-être pas à tous les peuples indistinctement.

3. ANTIMOINE SULFURÉ,

Vulgairement antimoine cru.

On trouve toujours ce minéral sous la forme d'aiguilles plus ou moins déliées, qui ont un brillant métallique assez éclatant ; elles sont très-fragiles, et les plus minces se fondent à la flamme d'une simple bougie ; leur poussière est noire et tachante. On le rencontre aussi en espèces de baguettes de plus d'un pouce de diamètre et fortement striées en longueur. Sa couleur est le gris d'acier.

(1) Le rusma est composé de la manière suivante :

Orpiment pulvérisé	1 once.
Chaux vive tamisée	1 livre.
Amidon blanc tamisé.	10 onces.

(Morelot.)

Celui que l'on trouve en Toscane est souvent couvert d'une poussière rouge qui est un hydrosulfure, ou kermès naturel.

Il est composé, d'après Proust et Bergmann,

D'antimoine.	0,74
De soufre.	0,26
	1,00

Ce minerai se trouve assez communément dans la nature. Il en existe plusieurs mines en France, particulièrement en Languedoc, en Auvergne et en Limousin. Lorsqu'on lui a fait subir quelques préparations, il prend le nom de *crocus metallorum* dans les pharmacies, et est employé fréquemment dans l'art vétérinaire.

L'antimoine est un des métaux qui ont le plus exercé les alchimistes ; cette étoile, qui se dessine à sa surface, leur paraissait du plus heureux présage, et tout en poursuivant leur projet chimérique, ils découvrirent la plupart des sels qui ont l'antimoine pour base et qui sont utiles à la médecine, entre autres l'émétique (tartrite de potasse antimonié), le kermès (oxide d'antimoine hydrosulfuré), etc.

4. MANGANÈSE OXIDÉ,

Vulgairement pierre de Perigueux, et très-improprement, magnésie des verriers et des peintres.

L'aspect du manganèse oxidé est assez variable ; tantôt il ressemble à des aiguilles de fer entrela-

cées, d'un brillant métallique sombre ; souvent il rappelle certains minerais de fer terreux ; mais l'on y remarque presque toujours une teinte de bleu noirâtre qui le fait reconnaître ; d'autres fois, enfin, il se présente sous la forme d'une substance friable d'un brun foncé, tachant facilement les doigts, etc.

Toutes ces variétés ont la propriété de colorer le verre en violet, et c'est le meilleur et le plus sûr caractère que l'on puisse leur assigner.

L'oxygène existe en si grande dose dans ces minerais, qu'il forme quelquefois la moitié de leur poids. Aussi ce sont eux que l'on emploie journellement pour préparer le gaz acide muriatique oxygéné, si précieux pour purifier les lieux infectés de miasmes contagieux. Ce gaz, dont l'application est due à Guiton-Morveau, se prépare ordinairement dans des flacons bouchés avec une glace dépolie, qu'une vis de pression applique hermétiquement sur l'orifice de ces vases, qui sont contenus eux-mêmes dans des étuis de bois.

Les pharmaciens de Paris garnissent ces appareils désinfectans de la manière suivante :

Un gros d'oxide de manganèse noir pulvérisé, placé au fond d'un flacon de quatre onces de capacité, sur lequel on verse de l'acide nitro-muriatique (*eau régale*), jusqu'aux deux tiers du flacon.

Faute d'acide nitro-muriatique, on emploie le

sel de cuisine, et seulement du manganèse et de l'acide nitrique (eau-forte), que l'on trouve plus facilement en province que l'eau régale. Lorsqu'on veut faire voyager l'appareil, il est prudent de porter l'acide dans un flacon séparé.

Non-seulement ce gaz est propre à désinfecter les hôpitaux, les prisons et tous les lieux où les hommes sont enfermés en grand nombre; mais on l'applique avantageusement aussi dans les bâtimens où l'on élève les vers à soie, les moutons précieux, etc.

L'oxide de manganèse entre dans la composition d'une pommade employée avec succès contre toutes les maladies cutanées.

DES SUBSTANCES TERREUSES COMESTIBLES ET MÉDICAMENTEUSES.

L'usage habituel des terres argileuses, comme substances alimentaires, et les effets qui résultent de cette nourriture extraordinaire, étant nécessairement du ressort de la physiolo gi et de la médecine, j'ai cru devoir joindre l'histoire de ces substances à celles des terres qui sont employées comme remèdes curatifs ou préservatifs.

Des hommes réduits à se lester l'estomac avec de la terre, et à se passer de tout autre nourriture pendant plusieurs mois de l'année, seraient au comble de la plus horrible misère s'ils avaient

la plus légère idée des douceurs et des commodités de la vie ; ou plutôt cette diète terreuse, loin de prolonger leur existence, en abrégerait infailliblement la durée.

Le fait est cependant certain, et il suffira de citer les savans voyageurs Péron, Labillardière, Patrin, Leschenaud et Humboldt, comme témoins oculaires, pour effacer jusqu'au plus léger doute à ce sujet.

« Le 6 juin 1800, en revenant de Rio-Negro, » nous descendîmes l'Orénoque sur lequel nous » sommes restés trente-six jours; nous avons passé » une journée dans une mission habitée par les » *Ottomaques* qui mangent de la terre. . . . . .

» La terre que les Ottomaques mangent est » une glaise grasse et onctueuse, une véritable » argile à potier d'une teinte jaune grisâtre, co- » lorée par un peu d'oxide de fer. Ils la choi- » sissent avec beaucoup de soin, et la recueillent » dans des bancs particuliers sur les rives de l'*O-* » *rénoque* et du *Méta*. Ils distinguent au goût une » espèce de terre d'une autre, car toutes les » espèces de terres n'ont pas le même agrément » pour leur palais. Ils pétrissent cette terre en » boulettes de quatre à six pouces de diamètre, » et la font cuire à petit feu jusqu'à ce que la » surface intérieure devienne rougeâtre ; lors- » qu'on veut manger ces boulettes, on les hu- » mecte de nouveau.

» Les Ottomaques sont des hommes très-fa-
» rouches qui ont la culture en aversion. Tant
» que les eaux de l'Orénoque et de la Méta sont
» basses, l'Ottomaque se nourrit de poissons et de
» tortues; mais quand ils éprouvent leur débor-
» dement périodique, la pêche cesse, et, pendant
» cette inondation, qui dure deux ou trois mois,
» les Ottomaques avalent des quantités prodi-
» gieuses de terre. Nous en avons trouvé de
» grandes provisions dans leurs huttes, entassées
» en pyramides. Chaque individu consomme jour-
» nellement les trois quarts ou les quatre cin-
» quièmes d'une livre de terre : c'est ce que nous
» a rapporté *Fray Ramon Bueno*, moine très-
» intelligent, natif de Madrid, et qui a vécu
» douze ans parmi ces Indiens. Les Ottomaques
» disent eux-mêmes que dans la saison des pluies,
» cette terre est leur principal aliment. D'ailleurs
» ils mangent de petits poissons, des lézards, ou
» de la racine de fougère, lorsqu'ils peuvent s'en
» procurer. Ils sont si friands de cette glaise,
» qu'ils en mangent tous les jours un peu après
» le repas pour se régaler, dans la saison même
» de la sécheresse, et lorsqu'ils ont du poisson
» en abondance.

» Ces peuples sont d'une couleur cuivrée
» très-foncée; ils ont les traits du visage laids
» comme ceux des Tartares, sont gras, mais n'ont
» point le ventre gros. Le missionnaire qui résida

» avec eux, nous assura qu'il n'avait remarqué » aucune différence dans la santé de ces sauvages » pendant tout le temps qu'ils mangent de la terre.

» Voilà le simple narré des faits. Les Indiens » mangent de grandes quantités de glaise, sans » que leur santé en souffre ; ils regardent cette » terre comme un mets nourrissant, c'est-à-dire, » qu'ils trouvent que l'usage qu'ils en font les » rassasie pour quelque temps. Ils attribuent cette » sensation de satiété à la glaise, et non aux au- » tres nourritures assez chétives qu'ils peuvent » y joindre. Si l'on demande aux Ottomaques » quelle est leur provision d'hiver, et l'on ap- » pelle hiver, dans cette partie de l'Amérique du » sud, la saison des pluies, ils montrent les tas » de terres amoncelés dans leurs huttes (1). »

Nous ne discuterons point la manière dont la terre agit sur l'estomac ; c'est aux physiologistes à rechercher si c'est comme principe nutritif qu'elle apaise la faim, ou simplement comme absorbant le suc gastrique qui nous fait sentir cette sensation de besoin, ce désir de manger que nous nommons faim.

Je ferai remarquer, sans y attacher beaucoup d'importance, que certains animaux apaisent ainsi leur besoin de manger ; que les limaçons, par

(1) Humboldt, *Tableaux de la nature*, trad. d'Eyriès, t. 1, pag. 191.

exemple, privés des végétaux qui sont leur nourriture habituelle, vivent parfaitement avec de la terre argileuse humectée ; que les loups affamés mangent aussi de la terre, et que le ver lombric semble en faire sa nourriture exclusive.

Les Ottomaques du bord de l'Orénoque ne sont pas, au reste, les seuls hommes qui mangent de la terre par plaisir ou par besoin : les *géophages* se retrouvent dans toutes les contrées de la zone torride. Ces hommes ont un désir étonnant et presque irrésistible de manger de la terre, non pas alkaline ou calcaire, pour neutraliser des sucs acides de leur estomac, mais une glaise très-grasse dont l'odeur est forte.

On est souvent obligé de lier les enfans pour les empêcher de sortir et de manger de la terre, quand la pluie a cessé de tomber.

« Au village de *Banco*, sur le bord de la ri-
» vière de la Madalena, les femmes indigènes,
» qui font des pots de terre, mettent en travail-
» lant de gros morceaux de glaise dans leur bou-
» che, ainsi que je l'ai vu avec surprise (1). »

Les autres peuplades de l'Amérique ne tardent pas à devenir malades, lorsqu'elles cèdent à cette singulière envie de manger de la terre. Dans la mission de San-Borgia, nous vîmes un enfant qui ne voulait manger que de la terre, et que cette

(1) Humboldt, *Tableaux de la nature*, trad. d'Eyriès, t. I, pag. 200.

nourriture avait maigri comme un squelette (1).

En Guinée, les Nègres mangent une terre jaunâtre, qu'ils appellent *caouac*. Les esclaves que l'on mène en Amérique tâchent de s'y procurer une semblable jouissance ; mais c'est toujours au détriment de leur santé. La terre qu'ils préfèrent ordinairement est un tuf rouge-jaunâtre, très-commun dans nos îles ; on en vend même secrètement dans nos marchés publics, sous le nom de *caouac*. Ceux qui sont dans cet usage en sont si friands, qu'il n'y a point de châtiment qui puisse les empêcher d'en manger (2).

Les habitans de la nouvelle Calédonie, dans l'Océanique, mangent, pour apaiser leur faim, des morceaux de terre ollaire friable, de la grosseur du poing. M. Vauquelin, en analysant cette terre, y a trouvé une quantité notable de cuivre(3), et aucun principe nutritif.

A Popayan, et dans plusieurs parties du Pérou, les indigènes achètent au marché de la terre calcaire avec d'autres denrées. Ainsi, remarque le savant voyageur Humboldt, nous trouvons ce goût de manger de la terre, que la nature semblerait avoir dû réserver aux habitans des régions

(1) Humboldt, *Tableaux de la nature*, trad. d'Eyriès, t. 1, pag. 200.

(2) Chauvallon, *Voyage à la Martinique.*

(3) La Billardière, *Voyage à la recherche de la Peyrouse*, et *Journal des Mines*, t. X.

ingrates du nord, répandu dans toute la zone torride, parmi ces races d'hommes indolens qui vivent dans les contrées les plus belles et les plus fécondes de la terre.

A Java, la terre que mangent quelquefois les habitans, dit M. Leschenaud (1), est une espèce d'argile rougeâtre un peu ferrugineuse; on l'étend en lames minces, on la fait torréfier sur une plaque de tôle, après l'avoir roulée en petits cornets, dans la forme à peu près de l'écorce de cannelle du commerce. En cet état, elle prend le nom d'*ampo* ou de *tana-ampo*, ainsi que l'écrit Labillardière, qui confirme aussi cette remarque. L'*ampo* se vend dans les marchés publics, mais ce ne sont guère que les femmes qui en font usage, surtout dans le temps de leur grossesse, ou lorsqu'elles sont atteintes du mal qu'on nomme en Europe, *appétit déréglé*, *goût dépravé*, *chlorose*, ou *pica*. D'autres font usage de l'ampo pour se faire maigrir, parce que la maigreur est une beauté chez les Javans. M. Leschenaud, qui faisait partie de l'expédition du capitaine Beaudin, pense que l'ampo n'agit sur l'économie animale que comme absorbant, et que loin de nourrir le corps, il le prive de l'appétit, cet avertissement utile que la nature lui a donné, et qui semble

(1) Voyez les notes de M. Leschenaud, insérées dans les *Tableaux de la nature* de M. Humboldt.

destiné à pourvoir à sa conservation : aussi l'usage de cette terre grillée fait dépérir, et conduit insensiblement à l'étisie et à une mort prématurée.

Les Tungouses ou Tunguses, Tartares nomades de la Sibérie, mangent, dit-on, de l'argile lithomarge avec du lait.

Les Nègres du Sénégal trouvent une terre grasse glaiseuse, sur le bord des rivières et sur la côte du golfe et des îles Los-Idolos, qu'ils mêlent comme du beurre avec leurs alimens.

La terre argileuse rouge de Boucaros, qui se trouve en Portugal, près d'Estremos dans l'Alentejo, et dont on fait des vases renommés par la propriété qu'ils ont de rafraîchir l'eau et le vin qu'on y met, contracte un goût particulier qui plaît infiniment aux femmes du pays, et qui les porte à en manger des fragmens.

M. Breislak pense que la terre dont les Romains se servaient pour donner de la blancheur et de la dureté au mets qu'ils appelaient *alica*, était un gypse blanc (chaux sulfatée), qui se forme journellement à la Solfatarre, près Naples.

La médecine des anciens faisait un grand usage d'une foule de *terres argileuses* blanches ou colorées, qui se rapportent parfaitement à plusieurs variétés de nos argiles, de nos lithomarges, de nos terres bolaires ou ocreuses, etc.

Ces terres absorbantes, qu'ils tiraient de plusieurs îles de l'Archipel grec et de différens

points du Levant, sont généralement composées d'alumine, de silice et d'oxide de fer; elles ne font point effervescence avec les acides, se laissent imprégner d'eau, l'absorbent même fortement au point de s'attacher à la langue, se réduisent en pâte avec ce liquide, et durcissent au feu en se colorant souvent en rose ou même en rouge, sans s'y fondre.

Les terres les plus célèbres par leurs propriétés merveilleuses, et le plus souvent idéales, étaient: la *terre blanche de Lemnos* (1), dont on formait des gâteaux, que l'on scellait d'un cachet sacré et dont la manipulation était réservée aux prêtres de Diane. Dans des temps plus modernes, d'autres prêtres s'emparèrent de cette branche lucrative d'industrie, se transportèrent, au jour de la Transfiguration, près de la ville de *Respondi*, firent tirer cette terre pendant six heures seulement pour en entretenir la rareté, et lui imprimèrent aussi leur cachet. Le gouvernement turc voulut spéculer, à son tour, sur la terre de Lemnos; de sorte que l'on trouve cette même substance sous différentes empreintes. Il a été un moment où il était difficile de s'en procurer à Lemnos même, parce qu'elle était réservée pour la cour du grand seigneur; mais aujourd'hui, où sa valeur est mieux appréciée, on en trouve aisément à acheter sur

(1) L'ancienne Lemnos est aujourd'hui l'île Stalimène.

place. On la connaît plus particulièrement sous le nom de *terre sigillée*. La *terre de Cimolis* (1) : Théophraste place cette terre au nombre de celles dont on se servait de son temps pour dégraisser les draps, mais on l'employait aussi en médecine (2). Il en était de même de la *terre de Samos*, qui, suivant Dioscoride, arrêtait les vomissemens de sang ; de la *terre de Chio*, qui était renommée pour sa propriété de conserver la fraîcheur des femmes, et d'effacer les rides ; de celle de *Damas*, de *Malte ;* des *terres éretrienne*, *melienne ;* des *terres miraculeuses de Saxe*, de *Pnigitis en Libye ;* de la terre de la grotte, où la sainte Vierge allaita J.-C., et qui se vend en trochiques timbrés à Jérusalem, etc. Toutes ces terres argileuses, marneuses ou bolaires, se trouvent encore dans les vieilles pharmacies ou dans certaines collections. L'on en voit qui portent le cachet de l'ancienne faculté de médecine ; d'autres, celui du pape, du grand turc, du roi d'Espagne, etc. Les variétés qui sont roses ou blanches sont confondues sous le nom de *terres sigillées ;* celles qui sont colorées portent spécialement le nom de *bol d'Arménie*, parce qu'on les tirait originairement de l'Arménie. Hill, traducteur de *Theophraste*,

(1) L'île de *Cimolos* ou *Kimoli* des anciens, est notre île d'Argentière, près Milo.

(2) Consultez le *Traité des pierres*, de Théophraste, traduit du grec par M. Hill, avec des notes.

et plusieurs autres naturalistes, ont cherché à démêler et à expliquer les nombreuses contradictions que l'on remarque dans les anciens auteurs au sujet de ces terres médicamenteuses, qu'ils ont confondues souvent avec celles qui étaient employées dans la préparation des draps. Je ne m'attacherai point à éclaircir ce sujet, parce qu'il n'est d'aucune utilité pour l'avancement de la science, et que Hill l'a fait beaucoup mieux que je ne pourrais le faire moi-même, puisqu'il a non-seulement consulté tous les écrivains de l'antiquité, mais qu'il s'est procuré des échantillons de la plupart de ces terres, en les faisant apporter à grands frais des lieux d'où on les extrait.

Toutes ces terres ont perdu de nos jours cette renommée si mal acquise; cependant on les emploie encore comme absorbans, et elles entrent dans la composition de la thériaque de Venise, de la confection d'hyacinthe, conjointement avec des cristaux de quarz rouge, qu'on nomme hyacinthes de Compostelle. Ces terres font également partie de la poudre astringente, de la poudre diarrhodon, des pilules astringentes, de l'emplâtre contre la rupture, de l'emplâtre styptique, de l'orviétan, de l'opiat dentifrique, etc. (Morelot.) Le bol d'Arménie, qui n'est qu'une argile ocreuse, est employé, suivant M. Virey, comme un tonique contre les affections chlorotiques ou la faiblesse des organes chylificateurs. Le rubis-

jacinthe, l'émeraude, le bol, entraient dans la composition d'un remède chinois contre la variole.

A toutes ces substances terreuses nutritives ou médicamenteuses, on doit ajouter la chaux vive elle-même, qui entre pour une proportion considérable dans la composition de ces stimulans que les peuples des pays chauds ont l'habitude de mâcher sans cesse, et qui sont connus sous le nom de *betel*.

M. de Humboldt rapporte que les habitans de Quito et du Popayan mâchent de la chaux vive avec les feuilles de l'érytroxylon coca, ou péruviana. Joseph de Jussieu ajoute qu'on distribue ces feuilles aux Indiens qui sont employés à l'exploitation des mines du pays, et qu'ils ne résistent à ces travaux pénibles qu'en mâchant continuellement cette singulière composition. Péron, plus nouvellement encore (1), a observé le même emploi de la chaux vive dans le betel, dont les habitans de Timor font un usage journalier, et où cette substance brûlante entre pour le quart du poids total. Des feuilles de poivre, des feuilles de tabac, des noix d'aréquier et de la chaux vive, sont les ingrédiens qui composent ce betel, au moyen duquel les naturels du pays se préservent

(1) *Voyage de Découvertes aux terres Australes de la Nouvelle-Hollande*, rédigé par Péron et Frécynet.

de cette affreuse dyssenterie qui fut si funeste à l'équipage et aux savans qui composaient la malheureuse expédition du capitaine Beaudin aux terres Australes.

A la Chine, on enduit les feuilles de l'arbuste nommé *betel* avec de la chaux faite de très-petites coquilles réduites en bouillie. Les Chinois portent le betel dans des boîtes, et s'en offrent officieusement quand ils se rencontrent, de la même manière que nous nous offrons du tabac (1).

Enfin le *paung* de l'Inde est un morceau de noix d'arèque enduit de chaux vive, que l'on présente en signe d'adieu à la fin des visites cérémonieuses (2).

Il résulte de tout ce qui précède, qu'il existe des peuplades entières qui mangent de la terre argileuse cuite ou crue, par besoin ou par plaisir, sans que la santé des individus en soit altérée; que cet usage dégénère en manie chez d'autres hommes, et particulièrement chez les femmes; et qu'alors cette nourriture apporte un dépérissement sensible dans l'économie animale, un amaigrissement extrême et une mort prématurée;

Que des terres analogues ont été employées anciennement en médecine; qu'on leur accordait alors des propriétés exagérées, et qu'aujourd'hui

(1) *De la Chine*, par l'abbé Grosier, t. II, p. 527.

(2) *Journal d'un séjour fait aux Indes*, par lady Maria Graham. Genève, 1818, p. 39.

ces mêmes matières minérales entrent encore dans la préparation de plusieurs remèdes, mais que leurs fonctions peu saillantes les assimilent aux simples absorbans, et les rangent à côté des yeux d'écrevisses, des coquilles d'œuf et du corail ;

Qu'à l'égard de la chaux vive, au contraire, l'usage en est rigoureusement utile aux habitans des régions équatoriales, et que ce stimulant, tout violent qu'il peut être, ne fait que balancer l'atonie, le desséchement du système digestif entier ; et que cet antidyssentérique, tout extraordinaire qu'il paraît, est absolument conforme à la théorie la plus sage et la plus éclairée, quoiqu'il ait été le fruit d'une inspiration naturelle, et qu'il ne soit employé que par des hommes qui n'ont aucune espèce d'idées en médecine. (Alard, Virey.)

DES AMULÊTTES,

OU DES REMÈDES DE L'IMAGINATION.

Nous avons examiné les sels, les combustibles et les substances minérales naturelles dont les propriétés médicamenteuses sont réelles et bien prouvées; nous avons indiqué les matières terreuses dont certains hommes peuvent se nourrir, et celles dont l'énergie, comme remèdes, est plus ou moins certaine ; enfin nous allons citer, pour

terminer l'énumération des secours que la médecine a droit d'attendre des minéraux, les pierres que l'on porte en amulettes, et dont toutes les vertus résident dans la confiance et l'imagination des personnes qui en font usage.

L'aimant, la pierre d'aigle, le jade, la turquoise, la variolite, la serpentine, etc., jouissent, en quelque sorte, du privilége d'être portés en amulettes, parce que les anciens leur attribuaient les propriétés les plus merveilleuses, et qu'elles jouissent encore en Orient, en Europe, en France, à Paris même, d'une sorte de réputation parmi les gens qui se complaisent dans les préjugés, et qui sont persuadés qu'il suffit de porter telle ou telle amulette sur soi pour se préserver d'une infinité de maux et de malheurs, ou pour se guérir de quelque maladie.

Ces différentes pierres, taillées en cœurs, en cylindres, en forme de poisson, ou en simples plaques, sont percées d'un trou dans lequel on passe un cordon ou des crins de quelque animal(1) pour les suspendre au cou du malade, ou pour les appliquer sur les parties affectées; sur le cœur, etc.

Je nie formellement toutes les vertus imagi-

(1) Dans l'Inde, on suspend les amulettes avec des crins de la queue de l'éléphant ou de la crinière du lion. On sait à quel danger les sauvages s'exposent pour couper la queue des éléphans vivans.

naires de ces talismans ; mais je suis très-persuadé qu'ils ont soulagé bien des malades en tranquillisant leur imagination, et qu'ils peuvent encore faire beaucoup de bien aux personnes qui ont le bonheur de leur accorder quelque confiance ; ainsi, en ce sens seulement, il faut admettre les amulettes au nombre des remèdes ; puisqu'elles ne peuvent entraîner aucun inconvénient grave, et qu'elles sont susceptibles d'adoucir les tourmens et les inquiétudes de quelques malheureux. Les médecins seraient trop heureux s'il était en leur pouvoir de guérir l'imagination ; la guérison du corps en serait moins difficile.

L'*aimant*, qui est un minerai de fer assez rare, est le siége du magnétisme polaire. Il sera décrit avec la *pierre d'aigle*, qui est aussi une substance ferrugineuse, à l'article des minerais de fer, division qui traite de la fabrication des métaux. Le *jade*, la *pierre néphrétique*, la *turquoise*, la *serpentine*, et toutes les autres pierres à amulettes, se trouveront à la suite des pierres précieuses, division de la bijouterie et joaillerie, etc. (Consultez la table.)

Je ne veux point surcharger cet article de toutes les rêveries des magiciens, et de tout ce que l'on a débité sur les vertus morales des pierres amies et ennemies de l'homme ; Boëce de Boot, auteur fort estimable d'ailleurs, a traité ce sujet avec le plus grand détail possible, et c'est à son livre

que je renvoie tous ceux qui pourraient croire encore que la *malachite* chasse le tonnerre, que le *grenat* fortifie le cœur en chassant la tristesse, que le *rubis* rend querelleur et agite le sang, que l'*améthyste* empêche l'ivresse, rend l'esprit heureux, et fait gagner la faveur des princes, que l'*aimant* facilite la dentition des enfans, que la *pierre d'aigle* étrangle les voleurs et soulage les femmes en couche, etc.

QUATRIÈME DIVISION.

MINÉRAUX

QUI SERVENT A LA FABRICATION DES SELS, DES COMBUSTIBLES ET DES MÉTAUX,

OU HISTOIRE DES MINERAIS.

DES MINERAIS.

TOUTES les substances minérales qui renferment quelques principes utiles, portent le nom de *minerais;* ainsi l'on dit, minerais de fer, de plomb, d'alun, de soufre, pour désigner les minéraux dont on peut extraire du fer, du plomb, de l'alun ou du soufre. Cependant, comme la plupart des corps inorganisés contiennent quelques oxides ou quelques autres principes utiles, on est convenu, pour que le terme ne soit point équivoque, de ne l'employer que pour désigner les minéraux qui peuvent être exploités ou traités avec bénéfice. Ainsi les terres à brique, les ardoises, les grès rouges, etc., qui renferment d'assez fortes doses d'oxide de fer, ne sont point cependant pour cela des minerais,

parce qu'ils ne pourraient point être fondus d'une manière lucrative, puisque le fer qu'on en retirerait ne paierait pas même les frais de fondage.

Cela posé, l'on sentira parfaitement que les minerais seuls ont dû trouver place dans cette division, et que j'ai dû en écarter toutes les espèces ou variétés qui sont trop pauvres ou trop rares pour qu'elles puissent donner lieu à aucune exploitation ou à un traitement métallurgique quelconque; j'ai cru devoir cependant les décrire brièvement, afin qu'on ne soit point exposé à les négliger, dans le cas où on les trouverait en abondance dans quelque exploitation nouvelle.

Je divise les minerais en deux classes :

1° Ceux que l'on traite par lessivation et évaporation, que l'on pourrait nommer *minerais salins;*

2° Ceux que l'on traite par distillation et fusion, qui comprennent les *minerais de combustibles* et les *minerais métalliques.*

En effet, la première classe comprend les minerais qui servent à la fabrication des sels, soit qu'ils les contiennent tout formés, soit qu'ils en contiennent seulement les principes; et la seconde renferme ceux qui servent à la fabrication des combustibles, comme le soufre, le bitume, l'hydrogène, et ceux dont on extrait les métaux, soit à l'état métallique, soit à l'état d'oxide.

Il serait difficile, je crois, de touver une plus belle application de la minéralogie aux arts, aux sciences et au commerce, que celle des métaux, de leurs alliages et des sels. Je considère donc cette division comme la plus importante de tout l'ouvrage.

PREMIÈRE CLASSE.

MINERAIS QUE L'ON TRAITE PAR LESSIVATION ET PAR ÉVAPORATION, OU MINERAIS SALINS (1).

La plupart des minerais de cette classe ne sont autre chose que la substance utile elle-même, dissoute dans l'eau, disséminée dans certaines roches, effleurie à leur surface, ou à celle de la terre et des murs de nos édifices, en sorte qu'ils sont caractérisés par les propriétés mêmes des sels. Quant aux minerais qui ne contiennent que les principes constitutifs de l'alun, du vitriol, etc., ils ont des caractères qui leur sont particuliers.

(1) Quelques acides existent tout formés dans la nature; mais comme ils n'ont point encore été utilisés, j'ai cru pouvoir me dispenser d'en parler; d'ailleurs ils ne jouent qu'un rôle très - secondaire : tels sont les acides boracique, sulfurique, carbonique, etc.

MINERAIS DE SEL OU DE MURIATE DE SOUDE.

L'eau, les terres et les roes salés sont autant de minerais, puisque ce sont eux qui fournissent la plus grande partie du sel que l'on emploie journellement. Il faut s'accoutumer, j'en conviens, à considérer l'eau salée comme un minerai : cela répugne au premier abord ; mais la raison l'emporte sur les idées reçues, et il est tout aussi naturel d'admettre l'eau salée au nombre des minerais, que les roches où cette substance est disséminée en particules si ténues, qu'elle n'est sensible qu'au goût, et qu'elle échappe aux autres sens.

Le sel commun, le sel gemme, le sel de cuisine, le sel marin, le sel blanc, le sel gris et la soude muriatée, sont les différentes dénominations de cette substance minérale si utile que l'on désigne de temps immémorial par le mot *sel*, dans le langage familier (1), et dont la saveur est si connue, qu'elle suffit à elle seule pour la caractériser et pour la faire reconnaître à l'instant, partout où elle se rencontre ; car, quels que soient sa couleur, sa forme ou son aspect, cette

(1) On donna depuis le nom de sel à toutes les substances minérales solubles, et à quelques préparations pharmaceutiques; les chimistes modernes ont encore étendu la signification de ce mot.

saveur salée par excellence est toujours la même et toujours caractéristique. A ce premier caractère, qui est si tranché, on peut ajouter que la soude muriatée affecte ordinairement la forme cubique, soit dans la cassure des masses, soit dans les grains qui résultent de la fabrication de cette substance. Si cette figure n'est pas toujours entière, elle est au moins visiblement ébauchée, et facile à reconnaître et à compléter.

Le sel se fond dans un peu moins de trois fois son poids d'eau froide; l'eau chaude n'en dissout pas davantage, mais elle en hâte la solution.

Jeté sur les charbons ardens ou sur le fer chaud, le sel pétille à l'instant, et se divise en éclats qui sont lancés au loin avec un bruit particulier qu'on nomme décrépitation. Enfin, il pèse, à volume égal, plus de deux fois autant que l'eau pure, c'est-à-dire, de 150 à 154 liv. le pied cube.

La soude muriatée, ainsi que son nom l'indique, est composée, suivant Bergmann, de soude 42, d'acide muriatique 52, et d'eau 5. Mais il s'agit ici du sel pur; car le sel marin, par exemple, renferme beaucoup d'autres substances étrangères, ainsi qu'on le verra bientôt.

La couleur ordinaire du sel est le blanc de neige plus ou moins altéré par des corps terreux, qui le font passer au gris terne; mais il s'en trouve aussi de rouge orangé, de lilas, de bleu de ciel, de bleu de saphir, et même de vert d'émeraude;

et c'est, dit-on, à la variété et à la vivacité de ces teintes, qui ne sont cependant qu'accidentelles et peu communes, que cette substance a dû son surnom de *sel gemme*.

Le sel en masse, qu'on extrait du sein de la terre, est souvent transparent; mais sa limpidité est toujours obscurcie par l'humidité constante qui s'attache à sa surface, et qu'il soutire continuellement à l'atmosphère plus ou moins humide dans laquelle il est plongé. L'on ne peut mieux enfin comparer ce sel de mine, qu'à des fragmens de glaçons épais qui commencent à dégeler. Ce sel, compacte et homogène, se présente assez souvent sous la figure cuboïde, dont les angles et les arêtes sont obtus et émoussés. Si l'on brise ces masses régulières, elles se divisent facilement en cubes parfaits ou par fragmens qui en dérivent. On remarque, en examinant les grains du sel qui se fabrique par évaporation, que toutes les faces de ces cubes offrent chacune une tremie carrée creuse et régulière; ce qui tient à un phénomène de cristallotechnie qu'il est inutile d'expliquer ici. Enfin le sel se trouve encore dans la nature, sous la forme de masses soyeuses, striées et concrétionnées, ainsi qu'en efflorescences qui ont parfaitement l'aspect du frimas qui couvre la terre en hiver.

GISSEMENT ET EXPLOITATION DU SEL.

Le sel, répandu dans la nature avec une profusion extraordinaire, y occupe deux places bien distinctes :

1° Il se trouve en dissolution dans l'eau de toutes les mers sans exception, dans celles d'un grand nombre de lacs et d'une infinité de sources ;

2° Il existe en masses immenses dans le sein de la terre, et beaucoup de roches en sont imprégnées.

La mer est sans contredit la saline la plus immense et la plus inépuisable de toutes celles qui existent, soit à la surface, soit dans l'intérieur de la terre. L'on ne conçoit pas même, au premier abord, ce qui peut déterminer les hommes à extraire le sel à grands frais des profondeurs souterraines où l'on est forcé d'atteindre pour l'en arracher péniblement, tandis que les mers baignent tous les continens, qu'elles pénètrent souvent au milieu d'eux, et qu'il suffit, pour l'en extraire, d'opérer l'évaporation de leurs eaux.

Mais si l'on réfléchit à la position géographique des vastes régions continentales, aux grandes distances qu'il faudrait franchir pour approvisionner l'intérieur des terres de cette substance si éminemment utile ; si l'on songe aux abus et aux vexations qui s'exerceraient sur les peuples qui

en seraient totalement privés en temps de guerre, on concevra alors qu'il importe à toutes les nations d'exploiter toutes les salines qui se trouvent dans leur sol, et qu'aucune d'elles ne doit être négligée. D'ailleurs, il faut ajouter à ces raisons, qui sont déjà d'un assez grand poids, que l'eau de mer ne contient point autant de sel que son âcreté semblerait l'indiquer, et qu'il faudrait, dans certaines contrées où le soleil a peu d'énergie, consumer une masse énorme de combustible pour l'en séparer. Ainsi donc, outre l'intérêt fiscal du gouvernement, qui s'exerce avec une rigueur excessive sur cette substance alimentaire et indispensable à notre existence, sur ce minéral sans lequel il faudrait renoncer aux expéditions lointaines; qui préserve de la putréfaction la nourriture des hommes courageux qui traversent les mers, et qui contribue si puissamment à l'état sanitaire de tous les peuples civilisés, il est évident que les raisons physiques sont ici d'accord avec l'intérêt politique, et qu'il importe tellement, à chaque état, de s'affranchir du tribut qu'il paierait à ses voisins pour l'importation de sels étrangers sur son territoire, qu'aucune source salée, qu'aucun dépôt de sel ne doivent être dédaignés.

Nous allons donc examiner rapidement les gissemens divers de cette substance intéressante, en commençant toutefois par le bassin des mers, qui en est le plus vaste et le plus important réceptacle.

1. DE LA SOUDE MURIATÉE MARINE, OU SEL MARIN.

La soude muriatée n'est point la seule substance saline qui soit tenue en dissolution dans les eaux de la mer : aussi la saveur en est-elle plutôt amère que salée, et la quantité qu'elle en contient n'est point également répandue dans toute sa masse. En général la salure est plus faible vers les pôles que sous l'équateur (1), et une foule de circonstances locales et momentanées la font également changer. C'est ainsi, par exemple, que les golfes qui reçoivent un grand fleuve sont moins salés, toutes choses égales d'ailleurs, que la pleine mer ; que les mers qui perdent plus par l'évaporation qu'elles ne reçoivent par le contingent des fleuves, sont nécessairement plus salées que celles qui reçoivent plus d'eau douce qu'elles n'en perdent par l'évaporation. Enfin la mer, comme toutes les dissolutions salines, est plus salée à une certaine profondeur qu'à sa surface.

Sur les côtes d'Angleterre la mer tient six pour cent de sel (2).

(1) Bergmann, *Géog. phys.*

(2) On désigne le degré de salure des eaux par le nombre de livres de sel qu'elles contiennent par quintal d'eau; ainsi, par exemple, lorsqu'on parle d'une eau à dix degrés, on doit entendre qu'il s'agit d'une eau qui renferme dix livres de sel par quintal, etc.

La Méditerranée en contient douze pour cent ;
La mer Atlantique, dix-huit, etc.

Douze livres d'eau de la Baltique ont donné à Link, qui en a fait l'analyse, savoir :

Muriate de soude (sel marin).	1052 parties
Muriate de magnésie.	444
Sulfate de magnésie.	8
Sulfate de chaux (gypse).	48 (1)
Matière résineuse.	4
	1556

(Klaproth, *Dictionnaire de Chimie.*)

Or toutes ces substances salines se mêlent avec le muriate de soude, lorsqu'on l'extrait par l'évaporation simple, et qu'on ne fait rien pour l'en débarrasser ; c'est pour cette raison que le sel gris sale davantage que celui qui est épuré et devenu blanc, parce que, dégagé de ces substances amères, il diminue de saveur et d'énergie ; dans certains cas même le sel gris est préférable au sel blanc.

On extrait le sel de la mer et des lacs salés, au moyen de l'évaporation naturelle ; de vastes terrains nivelés, voisins de la côte, que l'on couvre à volonté d'une lame d'eau de mer, sont destinés à cette grande fabrication, et ont reçu le nom

(1) M. Murray pense que le sulfate de chaux n'existe point dans l'eau de mer, et qu'il se forme dans le courant de l'analyse. (*Annales des Mines.*)

de marais salans : nous croyons devoir en donner une idée.

Après avoir reconnu la hauteur à laquelle la mer s'élève dans les plus fortes marées et dans les plus grandes tempêtes, on choisit sur la côte un vaste espace dont on aplanit la surface, qu'on divise par une infinité de petites chaussées qui se croisent à angles droits, et qui comprennent entre elles un grand nombre de bassins carrés qui communiquent les uns avec les autres ; on glaise le fond de ces espèces de cases, si le terrain n'est point naturellement susceptible de retenir l'eau. On établit, en avant de cette vaste esplanade, un réservoir assez profond qu'on peut emplir à volonté au moyen d'une écluse, ou qui reçoit l'eau naturellement à marée haute. Ce premier bassin est destiné à retenir le limon le plus grossier que l'eau dépose. De là on l'introduit dans les cases du grand labyrinthe, mais en lui faisant parcourir à dessein un grand nombre de détours et de circonvallations avant de lui permettre d'entrer dans ces réservoirs plats où la chaleur du soleil, et mieux encore l'action de certains vents, la rapprochent et la forcent en la concentrant, à déposer tout le sel qu'elle ne peut plus tenir en dissolution. On retire ce sel, qui se précipite ainsi au fond des cases ; et on le dépose en tas sur les petites chaussées où il commence à s'égoutter et à se débarrasser en partie des sels étrangers,

amers et déliquescens avec lesquels il est mêlé. On rassemble tout ce sel et l'on en forme de grosses pyramides, qu'on nomme *camelles*, que l'on couvre de joncs et même de sable, et dans lesquelles le sel finit de se purger des muriates étrangers qui lui sont momentanément associés. Les Romains, dit-on, faisaient de grands feux tout à l'entour de leurs tas de sel, et en vitrifiaient la surface en partie, de manière à empêcher l'eau pluviale de les dissoudre : le même procédé est encore employé dans la baie de Campêche, en Amérique.

La forme, l'étendue et la disposition des marais salans, la durée et la manœuvre des différentes opérations qui composent l'art du saunier, varient infiniment suivant le local, la température et l'état hygrométrique habituel de l'air; mais au fond les principes sont les mêmes, et le point de perfection consiste à faire évaporer beaucoup d'eau dans un temps donné, afin de fabriquer la plus grande quantité possible de sel dans le courant de la saison qui est favorable à cette opération.

Un air sec et les vents du N., du N. E. et du N. O. sont beaucoup plus favorables à l'évaporation qu'une température chaude, calme, étouffante et lourde.

On peut citer pour exemple de cette première espèce de marais salans, ceux de Peccais, près d'Aigues-Mortes, département de l'Hérault; ceux

des Martigues, près Marseille, dont le sel est employé à la salaison du poisson, tandis que celui qui provient de la côte de Portugal et d'Alicante, est recherché pour la préparation du bœuf salé d'Irlande et la salaison de la morue de Terre-Neuve.

Il existe encore un autre genre de marais salans; ce sont ceux que l'on établit au bord de l'Océan, et qui sont disposés de manière à être submergés lors des grandes marées des nouvelles et des pleines lunes. Le sable de ces plages s'imprègne d'eau salée, il sèche et s'effleurit entre ces deux époques; on en ramasse la surface en tas, on la jette dans de l'eau de mer; elle se charge de sel, on la décante pour en séparer le sable, et on l'évapore ensuite dans des chaudières de fer ou de plomb, semblables à celles dont il sera question en parlant de l'extraction du sel des sources.

Les marais salans des côtes de Normandie sont de cette seconde espèce, et particulièrement ceux des environs d'Avranches.

On assure que l'on concentre l'eau de mer par la congélation dans les pays du Nord, et qu'on l'amène ainsi jusqu'à 16 et 17 degrés de salure, mais point au delà. Patrin avait proposé de se servir du froid artificiel pour atteindre ou surpasser le même but; mais on présume que ce procédé offrirait quelques difficultés dans la pratique.

même eau, en diminue considérablement la masse, et en augmente la salure jusqu'à 26 ou 27 degrés. Je ne puis entrer dans les détails de construction de ces grands ateliers, qu'on nomme *bâtimens de graduation* : je dirai seulement qu'on en expose les faces principales dans la direction des vents les plus constans, qu'on suspend l'opération quand l'air est humide, parce qu'au lieu de rapprocher l'eau, on l'affaiblirait; que les fascines d'épine blanche résistent ordinairement jusqu'à trente ans (1) à la graduation ; que non-seulement l'eau salée se concentre par cette opération, mais qu'elle dépose encore sur les fascines, la chaux sulfatée qu'elle tient souvent en dissolution, ce qui oblige quelquefois à les changer plus souvent qu'on ne le ferait, parce qu'elles finissent par se coller toutes les unes avec les autres, et par ne plus opérer qu'imparfaitement la division de l'eau qui les traverse. La plupart des sources salées sont dans ce cas, mais il y en a cependant qui ne déposent absolument rien sur les fascines : telles sont celles de Creutznach, près Mayence ; ce qui avait fait penser à M. Lichtenberger, inspecteur de la saline de Munster, à construire des bâtimens de graduation où l'eau eût coulé sur des toits d'ardoise. J'ai visité ces établissemens en 1808; j'ignore si cette idée a été mise à exécution.

(1) Telle est leur durée aux salines de Bex, en Suisse.

L'eau, amenée au degré convenable, est conduite dans les chaudières où l'on doit achever de l'évaporer, et où l'on récolte le sel qui se précipite au fond du bain (1). Ces chaudières, qui sont en plomb ou en fer battu, sont ordinairement carrées et peu profondes ; leur largeur est quelquefois très-considérable, et leur nombre est proportionné aux besoins de la saline. Il se dépose ordinairement au fond de ces vastes bassines une croûte gypseuse et insoluble qu'on nomme *schelot* (2), et qui forme un corps intermédiaire entre la liqueur et la chaudière, ce qui occasione assez souvent la fonte de celles qui sont en plomb ; et c'est même une des raisons qui font préférer les poêles de fer battu, qui sont composés d'un grand nombre de pièces séparées, dont les bords sont renversés en dessous, et qui s'unissent les unes aux autres avec des boulons et des écrous. Ces pièces, qui ont deux lignes d'épaisseur, for-

(1) Plus l'évaporation est calme et prolongée, plus le sel est en gros grains. A Dieuze, le sel ordinaire ne demande que vingt-quatre heures, et le sel à gros grain qu'on fabrique pour certaines salaisons, demande cinq jours. En Angleterre on distingue le *sel de dimanche*, qui se forme seul pendant ce jour de repos absolu ; il est plus gros, plus pur et plus estimé.

(2) Cette substance, négligée pendant long-temps, ne l'est plus aujourd'hui ; tantôt on la pile sous des boccards, et on en retire beaucoup de muriate de soude ; tantôt on en extrait du sel de Glauber et du sel d'Epsom, comme à Montmorot et à Bex.

ment un fond qui a besoin d'être soutenu par des piles, des barreaux ou de petits arceaux. Ces différentes chaudières étant toujours très-coûteuses à établir, et n'étant pas susceptibles d'une très-longue durée, on a essayé en Tyrol, m'a-t-on assuré, de faire usage de chaudières de bois dont les bords sont couverts de briques, et où l'on applique la chaleur à la surface du bain, que l'on entretient toujours à la même hauteur, au moyen d'un filet d'eau qui remplace continuellement celle que la chaleur réverbérée fait évaporer. Cette idée ingénieuse ne paraîtra point extraordinaire aux personnes qui sont familiarisées avec ces sortes d'usines, et qui savent que dans les salines on n'est point obligé d'évaporer à siccité, puisque le sel se précipite à mesure que la liqueur est sursaturée.

Pour préciser ce qu'il importe de connaître, relativement à l'exploitation des sources salées, l'on peut dire qu'elle se divise en trois parties distinctes :

1° Les travaux souterrains qui tendent à augmenter le volume et la salure de la source, en y réunissant tous les filets d'eau salée qu'on peut recouper, en écartant soigneusement les eaux douces qui tendraient à en diminuer le degré, en formant dans l'intérieur de vastes excavations qui servent de magasins où l'eau s'amasse quand les usines sont en réparation, et où elle

acquiert quelquefois un degré supérieur de concentration.

2° La conduite des eaux, à partir du lieu où elles sortent du sein de la terre, jusqu'à celui où les bâtimens sont établis, distance qui est quelquefois de plusieurs lieues ; et enfin la *graduation* elle-même, qui demande le plus grand soin, et qui doit amener l'eau à un degré donné de salure.

3° L'évaporation artificielle, ou celle qui s'opère dans des chaudières ou poêles à l'aide du feu de bois, de houille, de lignite ou de tourbe ; car on emploie ces divers combustibles indifféremment, et suivant les pays où s'exploitent les salines (1).

On doit bien penser que si la méthode des marais salans n'était pas encore plus expéditive et plus économique que celle des bâtimens de graduation, on traiterait l'eau de mer comme l'eau de source. On dit même que cela se pratique ainsi dans quelques cantons de la Norwège, de même qu'on a essayé en Saxe d'évaporer complé-

(1) La consommation du bois pour la fabrication du sel, est communément d'un pied cube pour un quintal de sel ; celle de la houille est de cent livres, pour cent cinquante-neuf livres de sel environ. Ces expériences ont été faites aux salines d'Arc, département du Doubs. Aux salines de Dieuse, département de la Meurthe, on emploie cent à cent dix livres de bonne houille de Sarbruck par quintal de sel. Ces différentes consommations tiennent aux différens degrés de concentration des eaux.

tement l'eau de source par la seule influence du soleil. Enfin, à Moutiers en Savoie, on suit un procédé qui est particulier à cette jolie saline, il consiste à faire couler tout le long d'un grand nombre de cordes tendues verticalement; l'eau salée amenée par l'évaporation artificielle au point où elle est presque saturée. L'air, en circulant à travers toutes ces cordes, achève l'évaporation; le sel s'y attache de plus en plus, jusqu'au moment où il forme des espèces de colonnes d'un blanc éclatant, qui finiraient par se joindre, si on ne les brisait pas deux à trois fois par an pour en récolter le sel. On voit que toutes les opérations et tous les procédés qui sont employés dans l'art d'extraire le sel des eaux qui le tiennent en dissolution, tendent uniquement à épargner le combustible; et si l'on y parvient d'une manière très-satisfaisante par la graduation, l'art de construire les chaudières et les fourneaux destinés à les échauffer, y influe pour beaucoup aussi; mais ce serait dépasser entièrement le cadre que je me suis tracé, si j'entrais ici dans les détails relatifs à ces constructions.

Les principales sources salées connues et exploitées, sont situées en Allemagne et dans les pays circonvoisins: on y remarque celles qui sont dispersées sur l'un et l'autre revers de la chaîne des monts Krapacks; celles de Rehme en West-

phalie (1), de Lunebourg, de Brunswick, de Halle dans le duché de Magdebourg, d'Artern dans le Mansfeld, de Kolberg en Poméranie, de Greifswald sur la Baltique, etc. M. Brongniart fait observer que la plupart de ces salines sont réunies dans un arrondissement d'environ quinze myriamètres de rayon, en prenant la ville de Hanovre pour centre. Vers le midi, les sources y sont aussi nombreuses et aussi importantes. La Souabe, le Palatinat, et surtout la Bavière, le Tyrol et le pays de Saltzbourg, où l'on remarque la grande exploitation de Reichenhall, sont riches en fontaines salées, et leur traitement y est porté au plus haut point de perfection.

En France, les sources salées du département de la Meurthe tiennent le premier rang parmi celles qui y sont exploitées ; on remarque dans ce département la saline de Dieuse, dont l'établissement remonte au XI^e^ siècle, et dont la salure est de seize degrés ; celle de Château-Salins, fondée en 1330 par Isabelle d'Autriche ; celle de Majenvic, etc. ; en Alsace, celle de Sultz, arrondissement de Weissembourg, département du Bas-Rhin ; dans le Jura, les sources de Salins et de Montmorot, dont le degré répond à quinze livres de sel par quintal d'eau ; enfin celle d'Arc, département du Doubs, et plusieurs autres peu

(1) Héron de Villefosse, *Richesse minérale*, I^re^ partie.

importantes, situées au pied des Pyrénées, en Bourgogne, etc. La Savoie offre plusieurs sources salées qui alimentent la saline de Moutiers, la Suisse présente celle de Bex, qui est exploitée pour le compte du canton de Vaud, et qui est plus remarquable par la beauté des travaux souterrains, que par l'importance de ses produits, qui s'élevèrent cependant en 1814 à 14,195 quintaux de sel. On admire dans l'intérieur même de la montagne, une roue hydraulique, qui a soixante-quatre pieds de diamètre, destinée à élever l'eau salée des travaux inférieurs, et qui est mise en mouvement par un petit filet d'eau que l'on conduit sur cette roue au moyen d'un puits perpendiculaire dont l'ouverture est au sommet de la montagne, et qui a quatre cents pieds de profondeur. On opérait un percement de rabais en 1815, qui devait recouper de nouveaux filets d'eau salée. Je dois ces renseignemens à M. de Charpentier, directeur de ce bel établissement, qui voulut bien m'en faciliter la visite et l'examen.

L'*Angleterre* possède aussi des sources salées plus anciennement connues même que ses riches mines de sel gemme. L'Italie, la Sicile n'en sont point dépourvues, et si elles ne sont pas plus activement exploitées, on peut présumer que le voisinage de la mer en est la principale cause.

L'*Amérique*, l'*Asie*, et surtout l'*Afrique*, qui

sont si riches en mines de sel, en lacs et en plaines salifères, renferment nécessairement un grand nombre de sources salées; mais on voudra bien observer que la plupart de celles qui ont été citées ci-dessus, sont indépendantes des dépôts de sel apparens.

L'origine des sources salées n'est point aussi facile à expliquer qu'on pourrait le croire au premier abord; et en effet, quoi de plus simple et de plus naturel que de concevoir une source souterraine se salant plus ou moins, en coulant plus ou moins long-temps sur des rochès salées ou sur des bancs de sel gemme. Mais, comme l'observait assez judicieusement Patrin, quelle masse énorme de sel a dû sortir de ces montagnes, d'où tant de sources s'écoulent depuis seulement les temps historiques, et quel vide effrayant a dû résulter de cette longue dissolution; comment peut-il se faire que ces fontaines soient toujours les mêmes, qu'elles ne changent ni de direction, ni de volume, ni de salure? La réponse à ces questions n'est point aisée; mais puisque nous en sommes réduits à des suppositions, il faut au moins choisir les plus simples; je crois donc qu'on peut concevoir des lacs souterrains se salant par tous leurs points de contact avec la roche, et conservant, tout en s'agrandissant, le même niveau et des issues constantes et uniformes. Cette explication a quelque analogie, d'ailleurs, avec ce qui se

passe journellement dans les salines, et paraît plus simple que la supposition proposée par Patrin, qui serait la formation journalière du sel dans les roches ou dans l'eau des sources (1).

Les botanistes ont remarqué que les plantes qui croissent aux environs des fontaines salées, sont absolument les mêmes que celles qui vivent sur les bords de la mer. M. Léman en a fait l'énumération à l'article Soude muriatée du *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle.*

3° DE LA SOUDE MURIATÉE DES DÉSERTS.

Le sel qui s'effleurit à la surface des sables du désert, qui les couvre d'une croûte brillante et stérile, forme un gissement intermédiaire entre le sel aquatique, qui vient de nous occuper, et le sel des mines, qui va terminer cet article.

Une partie du sol de la Perse présente à sa superficie une argile fortement imprégnée de sel; et l'un des caractères de ce vaste pays, est l'étendue immense que ces déserts salés y occupent. On en cite cinq principaux, parmi lesquels on remarque celui qui est nommé *le grand désert*

(1) M. le chevalier de Bray, dans son charmant *Voyage en Tyrol*, partage l'opinion de Patrin, et cite des galeries abandonnées qui se sont rétrécies par les efflorescences du sel. Cela ne prouve pas, ce me semble, que le sel s'y reproduise de toutes pièces; cependant il faut étudier ce phénomène, il en vaut bien certainement la peine.

salé, situé dans la province d'*Iragadjemy*, et qui a cent trente lieues de long et soixante-dix de large; celui de *Karakum*, au nord du *Khorassan*; celui qu'on traverse en allant de Kachan vers l'Hircanie. (Chardin, Beauchamp, Niebuhr.) Le pays des Mongols et des Kalmouks renferme les déserts salés de *Cobi* et de *Shamo*. Les environs de la mer Caspienne, l'Indostan, les plateaux élevés du Thibet, de la Tartarie Chinoise, la Chine elle-même, offrent aussi de grandes contrées salées. L'immense désert d'Afrique l'emporte encore sur ceux d'Asie, non-seulement par son étendue, mais aussi par l'énorme quantité de sel dont il est imprégné. Il transsude de toutes parts, se reproduit avec une rapidité prodigieuse partout où on l'enlève, et c'est lui qui rend l'eau douce si rare et si précieuse dans ces contrées désertes et embrasées.

Le Nouveau-Monde enfin présente aussi des plaines salées : l'on en cite au Pérou, au Mexique, au Chili, qui sont, dit-on, fort étendues.

On pourrait aisément augmenter l'énumération des déserts, des plaines et des contrées dont le sol est imprégné de sel; mais ce qui vient d'être indiqué d'une manière abrégée suffit et au delà pour donner une idée de l'abondance de cette substance à la surface de la terre, et de l'effrayante stérilité qui caractérise tous les lieux où elle se trouve en excès.

Le sel du désert se renouvelle rapidement dans tous les lieux où on le recueille et où l'eau des pluies le dissout; quelques jours suffisent à sa reproduction; il sort de la terre, s'élève au-dessus du sol, sous la forme d'aiguilles déliées qui se pressent de plus en plus, qui se joignent et donnent naissance à des espèces de croûtes salines, fragiles, qui se brisent sous les pas du voyageur, et qui s'opposent à toute espèce de végétation. Cette reproduction continuelle est inépuisable; elle existe de temps immémorial; les auteurs de la plus haute antiquité en ont fait mention, et il n'est point étonnant qu'on ait pu croire anciennement que cette substance se formait dans l'air et tombait ensuite sur la terre. Les plaines salées renferment un grand nombre de lacs saumâtres, dont les eaux sont souvent saturées de sel, et qui le déposent sur leurs bords et dans leurs bassins desséchés; car il arrive souvent que toute l'eau de ces lacs est absorbée par la chaleur, qu'ils restent à sec pendant quelque temps, et qu'on peut à loisir recueillir le sel abondant qui s'est cristallisé vers le fond comme dans une vaste bassine. L'origine de cette soude muriatée est tout aussi difficile à expliquer que celle des sources et des mines; tout porte à croire cependant que la mer a occupé ces grands terrains nivelés et sablonneux, qu'un très-haut degré de salure en aurait écarté toute espèce d'être vivant, ainsi que

cela se voit encore à l'égard des lacs saumâtres et du lac Asphaltite en particulier. Il est bien certain que si cette mer Morte venait à cesser de recevoir les eaux du Jourdain, qui compensent à peine celles qui s'en échappent par l'évaporation, elle se dessécherait infailliblement, et le sol qu'elle abandonnerait serait à jamais imprégné de sel ; il n'offrirait néanmoins aucune trace de corps marins, puisqu'il est de fait que les eaux de cette mer ne nourrissent ni poissons ni mollusques coquilliers (1), et que cela tient uniquement à leur âcreté. On récolte le sel du désert sans aucune difficulté ; mais, comme il est ordinairement mélangé de sable et de terre, on le fait dissoudre dans de l'eau ; on décante, et l'évaporation suffit pour l'obtenir parfaitement pur. On doit bien penser que cette substance, par son abondance même, est exempte, en Orient, des droits qui y sont attachés en Europe.

La soude muriatée efflorescente, pareille à celle des plaines salées, se trouve dans la plupart des pays volcaniques, brûlans, et surtout dans ces vieux cratères assoupis et fumans qu'on nomme solfatares.

(1) « Le lac Asphaltite ne contient rien de vivant ni de végétant ; on ne voit ni verdure sur les bords, ni poissons dans ses eaux, etc. » Volney, *Voyage en Syrie et en Égypte*, tome I, page 281.

4° DE LA SOUDE MURIATÉE SOLIDE.

(*Sel gemme.*)

Le sel existe dans l'intérieur de la terre, soit à l'état de mélange dans les bans gypseux ou argileux, soit à l'état homogène et parfaitement pur, composant par lui-même des couches épaisses de la plus grande étendue, qui ne sont séparées entre elles que par des bancs gypseux muriatifères, substance qui accompagne toujours, et presque sans exception, les dépôts de muriate de soude, et qui est intimement liée à l'histoire de leur formation. C'est toujours dans le voisinage, et, pour ainsi dire, à la base des hautes montagnes primitives, que se rencontrent les mines de sel. Au reste, leur situation n'a rien de bien constant; car ces dépôts existent à toutes les profondeurs, depuis la surface même de la terre, où l'on en connaît des masses isolées, jusque dans les excavations les plus profondes. L'on cite aussi plusieurs exemples de l'existence de cette substance à des hauteurs assez considérables au-dessus du niveau de la mer, soit dans les Alpes, soit dans les Cordillières.

Enfin, outre le gypse, qui est constamment associé à la soude muriatée, l'on remarque aussi que le soufre, le bitume et l'argile grise l'accompagnent ordinairement, et que la pierre calcaire

lorsqu'elle fait partie du gissement, est ordinairement brune, noire ou fétide ; qu'enfin les cailloux roulés, les bancs de sable, les coquilles fossiles et les débris des grands animaux, et particulièrement des éléphans, sont les accessoires de cette formation, qui porte l'empreinte d'un grand déplacement où la mer paraît avoir joué le principal rôle.

L'on a cité, et l'on citera long-temps encore les célèbres mines de sel de Wielitska et de Bochnia, près Cracovie, dans la ci-devant Pologne. A Wielitska, les travaux sont distribués sur trois étages, qui correspondent chacun à une couche ou amas de sel. Le premier atelier existe à deux cents pieds de la surface, et le plus profond à sept cent quarante pieds (deux cent quarante mètres); quelques voyageurs ont porté cette profondeur jusqu'à mille pieds. C'est ce dernier amas qui fournit le sel le plus pur et le seul, dit-on, qui soit exploité présentement. Les travaux s'étendent à près d'une demi-lieue en longueur, sur environ un quart de lieue de large. Ils consistent en galeries et en chambres d'une hauteur énorme, entièrement taillées dans le sel, et soutenues, lorsque la sûreté l'a exigé, par des piliers de sel réservés dans la masse. On cite de ces excavations qui ont cent quatre-vingts et trois cents pieds de hauteur (soixante à cent mèt.). On en extrait le sel à l'aide des coins, des leviers ou du tirage à la

poudre, et l'on en détache des blocs dont les parties les plus pures sont taillées sur place en cylindres de trois pieds de haut sur deux pieds à deux pieds six pouces de diamètre, que l'on nomme *Balvanes*, et qui s'exportent au loin, tandis que les débris sont employés dans le pays même. Douze puits sont destinés au service de cette grande exploitation, soit pour l'extraction du sel, soit pour l'entrée et la sortie des mineurs. On communique du premier, aux étages inférieurs par des escaliers en bois, doux et commodes, dont l'un est réservé pour les visites des personnages de haute distinction.

Ces mines occupent aujourd'hui douze à quatorze cents ouvriers, et quarante chevaux attachés au service intérieur, qui y séjournent six à sept ans, sans y éprouver d'autre incommodité que celle de perdre totalement la vue (1). L'air qui circule librement dans ces vastes souterrains, est pur et sec; les mineurs y jouissent d'une santé robuste, et les boisages s'y conservent très-longtemps sans qu'on soit obligé de les changer. Ces mines sont exploitées depuis le commencement du seizième siècle; elles produisent annuellement sept cent cinquante mille quintaux de sel. (De Bomare, *Dict. d'Hist. naturelle*, au mot *Mine*.)

(1) Macquart, pág. 52 de ses *Essais de Minéralogie*.

Suivant Patrin elles sont exploitées depuis 1251.

L'on a beaucoup exagéré les merveilles de ces grandes et vastes exploitations ; des personnes qui n'étaient point en état de juger la beauté et la hardiesse de ces travaux, ou d'admirer avec intérêt ce gissement extraordinaire, se sont attachées aux détails, les ont dénaturés à plaisir, et ont accrédité des faits absolument faux.

On n'a donc point craint d'avancer qu'il existait dans ces mines un village tout entier, que les mineurs y demeuraient avec leurs femmes et leurs enfans, qu'ils y passaient toute leur vie, et qu'ils renonçaient ainsi au bonheur de voir le jour, etc. Le fait est qu'on trouve au premier étage une chapelle sculptée dans la masse du sel, dédiée à saint Antoine ; qu'elle a trente pieds sur vingt-quatre, et dix-huit de hauteur ; que l'autel, ses degrés, les candelabres, les colonnes torses qui soutiennent la voûte, la chaire à prêcher, le crucifix et les statues de la Vierge et de saint Antoine sont sculptés en sel, ainsi que la figure en pied de Sigismond, roi de Pologne ; qu'il y existe encore deux autres chapelles analogues à celle-ci, dans lesquelles on dit la messe, au bruit des trompettes et des timbales, à certains jours de l'année, en mémoire de quelques phénomènes arrivés anciennement dans ces salines ; qu'on a pratiqué des écuries pour les chevaux, et des loges fermées où les ouvriers déposent leurs outils quand ils

sortent de la mine, ce qu'ils font tous les jours (1); qu'on y voit plusieurs lacs sur lesquels on peut se promener en nacelle; et qu'en général, l'aspect de ces mines, au rapport des voyageurs les plus calmes et les plus véridiques, a quelque chose de magique et d'imposant, qui tient à la grandeur des espaces et au brillant des parois, des voûtes ou des piliers qui les soutiennent.

Les mines de Bochnia, qui sont voisines de celles de Wielitska, sont aussi très-remarquables par l'étendue de leurs excavations et par la richesse inépuisable de leur couche de sel, qui, dit-on, a plus de trois cents pieds d'épaisseur; mais quoique leur exploitation remonte à une époque plus reculée que celle de Wielitska, elles sont cependant beaucoup moins vastes et beaucoup moins productives. On sait, au reste, que ces mines sont situées au nord de la chaîne des monts Krapacks, à deux lieues au sud de Cracovie, en Gallicie; qu'elles appartenaient à la Pologne avant le partage de son territoire, et qu'elles font aujourd'hui partie de la monarchie autrichienne.

La Hongrie, la Transilvanie, offrent aussi un grand nombre de mines de sel, dont le produit total et annuel s'élève à plus d'un

(1) A l'époque où Macquart visita ces salines, les mineurs n'y restaient que quatre heures par jour.

million cinq cent mille quintaux métriques de sel (1).

Le comté de Chester en Angleterre renferme les riches mines de sel des environs de Northwich. L'ensemble de leurs produits est beaucoup plus considérable que celui des mines de Wielitska elles-mêmes. Ses couches y sont exploitées par des galeries élevées, qui sont soutenues par des piliers régulièrement réservés dans la masse, ce qui donne à ces souterrains un aspect imposant et monumental (2). Leur produit annuel s'élève à huit cent mille quintaux métriques. Le sel y est blanc et rouge; les bancs sont ondulés, et ont soixante pieds d'épaisseur. Au-dessous de ce premier fonds, il se trouve un banc de roc (probablement calcaire ou gypseux), puis un nouveau banc de sel dont l'épaisseur est encore inconnue. Cette observation est du savant Pictet, rédacteur de la *Bibliothèque Universelle.*

Bowles, dans son *Histoire Naturelle d'Espagne*, décrit les trois principales mines de sel gemme qui y sont exploitées, dont la plus intéressante pour les naturalistes, est située près de la petite ville de Cardonne, en Catalogne, à seize lieues de Barcelone. La célèbre montagne de Cardonne, que l'on compare pour la hauteur

(1) Jens-Esmark, *Journal des Mines*, n° 47.

(2) Jars, *Voy. métallurgique*, tom. III, pag. 332. *Bibl. Britan.*, 1796.

et le volume à celle de Montmartre près Paris, est presque entièrement composée de sel gemme blanc et rougeâtre, disposé en couches verticales et parallèles, dont l'épaisseur est assez variable. L'argile et le gypse, qui sont associés à la soude muriatée, et qui sont eux-mêmes très-salifères, ne forment pas plus des trois dixièmes de la masse totale de cette montagne extraordinaire. M. Cordier, à qui l'on en doit une description rigoureuse, a calculé que ce bloc immense de sel, qui est exposé à l'action des eaux pluviales, ne diminue en hauteur que de quatre pieds huit pouces cinq lignes en un siècle (1); diminution presque insensible, et qui a fait croire aux habitans mêmes de Cardonne que leur montagne résistait à l'action des pluies. Au reste cette merveille de l'Espagne est journellement exploitée pour le compte du gouvernement; l'extraction s'en fait à ciel ouvert au moyen de la poudre, et le sel le plus pur, qui est situé vers la base, s'en détache en quartiers volumineux, que l'on écrase sous les meules d'un moulin voisin. Cette exploitation rapporte, dit-on, un million de francs par an au gouvernement espagnol.

Les deux autres mines de sel dont parle Bowles,

(1) Mémoire sur la montagne de sel gemme de Cardonne en Espagne, par Cordier, inspecteur des mines. *Journal de physique*, t. LXXII, p. 343, et *Annales des Mines*, tom. II, pag. 179.

sont situées, l'une, entre les royaumes de Valence et de Castille, près du bourg de Mingranilla. La couche de sel y est d'une épaisseur inconnue; mais on l'abandonne à la profondeur de trois cents pieds, en raison des frais d'extraction qui deviendraient trop considérables. L'autre est située dans la Navarre espagnole, entre Caparoso et l'Ebre.

Jusqu'à présent la France n'a possédé que des sources salées; mais depuis peu l'on vient de découvrir du sel en masse dans le département de la Meurthe, qui a déjà été cité comme renfermant les salines les plus importantes du royaume.

Cette nouvelle découverte consiste en trois couches de sel qui ont été reconnues au moyen de la sonde, et qui vont ensemble à plus de cent pieds d'épaisseur. (*Annales des Mines*, tom. III, p. 496.)

Le vaste empire de Russie n'est point entièrement dépourvu de mines de sel, mais il est plus riche en lacs salés qu'en sel gemme proprement dit. On cite cependant, entre autres, la mine d'Iletzki, près d'Astracan, comme étant d'un assez grand produit.

En Asie, et particulièrement en Perse, le sol est non-seulement pénétré de sel, mais on en connaît aussi des masses qui s'exploitent à ciel ouvert, à la manière des carrières de pierres à bâtir. La Médie, les environs d'Ispahan et la Caramanie déserte, offrent plusieurs de ces sortes

de salines en plein air; et en raison de la sécheresse du climat, on se sert même de cette substance pour bâtir : telle était, dit-on, la construction de la ville de Gerra, sur le golfe Persique. Enfin les montagnes qui bordent le lac Asphaltite, sont en partie composées de sel (1); et tous les historiens s'accordent à désigner l'île d'Ormus, située à l'entrée du golfe Persique, comme étant un rocher de sel pur.

La Chine possède du sel de plusieurs espèces, dit l'empereur Kan-Hi : « Ici c'est du sel de mer, » là du sel de puits, ailleurs c'est du sel d'étang; » tous ces différens sels sont l'ouvrage du tra- » vail et de l'industrie : il faut faire évaporer l'eau » qui les contient par le feu, par le soleil et le » vent, etc. (2). » Ce sel s'y vend deux sous la livre, poids de marc, et au compte du gouvernement; ce produit, joint à celui de la douane, s'élève à 48,047,670 francs.

L'Abyssinie, la Barbarie, le Congo, le pays des Cafres, celui des Hottentots, et plusieurs autres parties de l'Afrique, offrent aussi des masses de sel gemme qui sont exploitées à la manière des carrières, dont les produits sont transportés en Nigritie et dans toutes les contrées africaines qui sont privées de cette substance.

(1) Volney, *Voyage en Syrie*, t. I, p. 283.

(2) *De la Chine*, par l'abbé Grosier, t. II, p. 235; *Voyage du lord Macartney*, t. III, p. 9; le P. Amiot, etc.

Enfin, en Amérique, les gîtes de sel gemme sont nombreux et abondans ; on cite les mines de Zipaquira dans la province de Santa-Fé, plusieurs autres au Pérou, dans la Californie, la Louisiane, le Kentucky, dans plusieurs parties des États-Unis, à Cuba, à Saint-Domingue, etc. Tels sont les principaux lieux du globe qui sont cités par les voyageurs, les géographes et les minéralogistes, comme renfermant les plus grands dépôts de sel gemme ; mais il s'en faut de beaucoup que cette liste soit complète ; je n'ai cité, je le répète, que les principales mines, ou du moins celles qui sont les plus connues par l'abondance de leurs produits. Il me reste cependant à parler encore des mines du Tyrol et du pays de Saltzbourg ; je les ai séparées des précédentes parce qu'elles en diffèrent sensiblement, en ce qu'elles ne présentent point ces épaisses couches de sel qui produisent cette substance dans un tel état de pureté, qu'elle peut s'employer au sortir de la mine. Ici, ce ne sont que des argiles mélangées de veinules ou de rognons de sel, dont il serait inpossible de les dégager mécaniquement ; on a donc eu recours à un procédé d'autant plus ingénieux qu'il est souvent économique. Après avoir pratiqué de vastes excavations dans la masse des roches salifères, on introduit dans ces grands bassins, qu'on nomme *salons*, une quantité d'eau douce capable de les remplir,

et on l'y fait séjourner jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment salée pour être conduite dans les chaudières et évaporée.

L'on conçoit que l'eau, en dissolvant les parties salées des argiles qu'elle touche, tend continuellement à agrandir ces chambres souterraines ; aussi acquièrent-elles les plus vastes dimensions en largeur et en longueur ; car, quant à la hauteur, l'augmentation s'en trouve compensée par l'élévation du sol qui se charge et s'exhausse continuellement de tout ce qui est insoluble et de tout ce qui se détache des plafonds et des parois; en sorte que le niveau de l'eau change à la longue, et que la hauteur de l'excavation est toujours à peu près la même. Cette méthode d'exploiter les rocs salés se nomme *extraction par dissolution ;* elle est usitée à *Hall* en Tyrol, dans le pays de Saltzbourg, et particulièrement à *Berchtolsgaden* et à *Hallein*, où il existe trente-trois salons, dont on assure que quelques-uns ont jusqu'à six cents mètres de long, trois cents de large, et seulement deux mètres de hauteur. La construction des digues qui maintiennent une si énorme masse d'eau, exige les plus grands soins et des dépenses très-considérables.

J'évite autant que possible les discussions géologiques, et, toutes les fois qu'elles ne peuvent point aider la recherche ou la découverte des minéraux utiles, je les regarde comme étran-

gères à un ouvrage spécialement destiné aux arts et aux manufactures. Je ne discuterai donc point ici l'origine du sel ; ce qui a été dit sur ses différens gissemens et sur les substances qui lui sont fidèlement associées, suffira sans doute pour faire penser que cette origine est encore énigmatique. Je m'empresse donc de passer aux usages multipliés du sel, l'un des minéraux les plus répandus dans la nature, et celui, peut-être, qui est le plus indispensable à notre existence.

DES USAGES DU SEL.

Le principal emploi du sel, celui qui est le plus généralement répandu, qui est devenu un besoin réel pour toute l'espèce humaine, est l'usage que nous avons contracté de temps immémorial d'en assaisonner nos alimens. Non-seulement il leur communique une saveur agréable, mais en stimulant légèrement les glandes salivaires et les parois de l'estomac, il en facilite infiniment la digestion. Ce n'est donc point un caprice, une recherche, un raffinement de sensualité, c'est un besoin, c'est un instinct né avec les premiers hommes, et analogue à celui qui les porta à se désaltérer avec l'eau, qui est si généreusement répandue à la surface de la terre (1).

(1) M. Ménard de la Groye rapporte que les habitans des

Le besoin de manger du sel est si pressant pour nous, que les habitans les plus pauvres des campagnes ne s'en privent jamais ; aussi la cherté de cette denrée est-elle un vrai malheur pour cette classe intéressante de la société, et l'on assure que l'une des grandes calamités qui accablèrent les armées françaises dans la funeste campagne de Moscow, fut la privation totale du sel (1).

Autant la dose de cette substance doit être modérée dans la préparation de la nourriture, autant on l'emploie avec profusion dans la salaison des substances animales et végétales que l'on veut préserver de la putréfaction. On sait que la soude muriatée doit sa faculté conservatrice à son avidité pour l'eau, et que c'est en soutirant l'humi-

environs du Vésuve ramassent du sel vers le cratère, et qu'ils vont également à la recherche du muriate d'ammoniaque, dont ils se servent à défaut du premier pour assaisonner leurs alimens. *Recherches sur le Vésuve* pendant 1813 et 1814, page 15. *Journal de physique*, 1815.

(1) On assure cependant que quelques peuplades de l'Inde, dans le royaume de Camboge, ne font point usage du sel. (Rémusat, *Description de Camboge.*)

Le sel gris qui se vend à Paris provient de l'île d'Oleron, de l'île de Ré, des côtes de Rochefort en général, ainsi que du Croisic en Bretagne, du Bouin en Poitou, etc. Son prix varie de 5 fr. 50 cent. à 6 fr. les cent kilogrammes. A Rouen il se vend 3 fr. les cent kilogrammes.

Le sel blanc gris de Paris vient de Saint-Gille, en Vendée, et le sel raffiné se fait à Paris.

dité des substances, qu'elle préserve, qu'elle détruit l'une des principales causes de la fermentation putride. La saumure, qui n'est autre chose que le sel fondu aux dépens de cette humidité soutirée, doit donc toujours être sursaturée de muriate de soude, afin que l'humidité étrangère soit constamment absorbée; pour faciliter même l'action du sel sur les conserves végétales, on fait subir aux légumes un premier degré de cuisson, afin d'en amollir la substance pulpeuse.

La salaison des viandes et du poisson que l'on destine au service de la marine ou aux besoins des villes, absorbe une quantité énorme de cette substance. Les bœufs salés d'Irlande et de Hambourg, la pêche de la morue à Terre-Neuve, celle du hareng sur les côtes de la Manche, de la sardine sur le littoral de l'Espagne, sont, après la consommation domestique, les plus grands débouchés du sel. Cet usage journalier est général, il se retrouve chez tous les peuples, sous toutes les latitudes, remonte aux premiers âges du monde, et se perd dans les époques nébuleuses de l'histoire. Le sel fit partie des sacrifices des païens, et fut pour eux, comme pour nous, le symbole de la sagesse et des saillies heureuses de l'esprit. Les armées romaines recevaient en sel une partie de leur paye, ce qui a donné naissance au mot *salaire*, que nous avons adopté; et, cette substance, si précieuse pour nous est encore, en

Abyssinie, un signe représentatif, une monnaie courante avec laquelle on trafique dans les marchés d'Antalow, d'Adowa et des autres villes de cette contrée (1).

A ces principaux emplois du sel en nature, il faut ajouter l'usage qu'on en fait pour vernir les poteries connues sous le nom de *grèseries ;* le parti qu'en ont tiré certains graveurs, pour exécuter des fonds sablés à l'eau-forte ; l'emploi qu'on en fait comme engrais, comme stimulant pour les animaux herbivores, ruminans ; comme médicament dans le traitement des engorgemens lymphatiques ; comme préservatif pour les bois de charpente, contre la piqûre des vers, en Perse, etc., etc. (*Voy.* Vernis de poterie, engrais, médecine, art vétérinaire.)

Le sel, par sa décomposition, rend encore les plus grands services aux arts et à l'humanité : c'est lui qui partage, avec l'oxide de manganèse, le privilége de fournir ce gaz acide muriatique oxigené qui s'échappe de l'appareil de Guyton(2),

(1) La petite monnaie consistait en morceaux de sel de roche, pesant deux ou trois livres, et estimés un trentième de dollar (20 cent.). Salt, *Voyage en Abyssinie*, t. 1, p. 192 et 229. Bruce avait déjà rapporté le même fait dans son *Voyage aux sources du Nil.*

(2) Les pharmaciens de Paris garnissent les appareils désinfectans de Guyton de la manière suivante :

Un gros d'oxide de manganèse noir pulvérisé, placé au fond

et qui neutralise les miasmes putrides des hôpitaux, des prisons, et de tous les lieux où les hommes sont enfermés et souffrans. Le sel tout seul, sur lequel on verse de l'acide sulfurique (huile de vitriol), produit à l'instant un gaz désinfectant qui se prépare sur-le-champ dans un verre à pied, et qui sert au moment où l'on veut traverser une salle contagieuse. (Morelot.)

Depuis trente ans environ, on applique encore ce même acide muriatique oxigéné au blanchîment accéléré des toiles, du fil, de la pâte du papier, de la cire, etc. Cette belle découverte, qui a rendu à l'agriculture des espaces immenses qu'on employait autrefois pour les blancheries, est due au savant Bertholet, et peut servir à faire reconnaître, d'une manière certaine, quelles sont les teintures les plus fixes et les plus durables.

Pour aciduler l'eau dans laquelle on prépare la pâte du papier au moyen des cylindres hollandais, et pour lui procurer la faculté de blanchir cette pâte, on fait un mélange de sel, d'oxide de manganèse et d'acide sulfurique; l'on place le tout dans

d'un flacon de quatre onces de capacité, sur lequel on verse de l'acide nitro-muriatique (eau régale), jusqu à ce que le vase soit rempli aux deux tiers. Faute d'acide nitro-muriatique, on emploie du sel de cuisine, et seulement du manganèse et de l'acide nitrique (eau-forte), qui se trouve plus facilement que l'eau régale. Lorsqu'on veut faire voyager l'appareil, il est prudent de mettre l'acide dans un flacon séparé.

une cornue de verre, qui se termine par un tube de plomb, dont l'extrémité plonge au fond d'un tonneau rempli d'eau. Les vapeurs qui s'échappent par le tube se dissolvent dans l'eau qu'elles traversent, et c'est elle qui sert à blanchir la pâte; l'effet en est d'autant plus prompt qu'on en introduit davantage dans la cuve (1).

Enfin Guyton-Morveau proposa, vers la même époque, de décomposer le sel pour en retirer la soude, et de livrer ainsi au commerce une matière première, bien supérieure à celle qu'on fabrique par l'incinération de certaines plantes ma-

(1) Voici les proportions de sel, de manganèse et d'acide sulfurique, qui sont employées dans les papeteries de Vienne et d'Annonay.

Pour aciduler trois cents bouteilles d'eau :

Quatre livres et demie d'oxide de manganèse de la Romanèche;

Six livres et demie de sel de cuisine;

Quatre livres et demie d'acide sulfurique.

On mêle séparément, et dans un vase vernissé, six livres d'eau avec l'acide; il se produit une chaleur très-considérable, qu'il faut laisser disparaître entièrement avant de verser sur le sel et l'oxide, qui doivent être parfaitement mélangés; sans cette précaution, le dégagement du gaz serait trop rapide, et c'est pour éviter le même inconvénient qu'on ne commence à mettre un feu doux sous l'appareil que deux heures après qu'il est luté. Les grosses bouteilles de verre nommées bombonnes ou dames-jeannes remplacent fort bien les cornues, qui sont assez coûteuses, et qui ne se trouvent pas facilement en province. Comme le gaz acide muriatique s'échappe par la plus

rines ou littorales, et pour laquelle la France était tributaire de l'étranger pour la valeur de dix-huit millions de livres de cette substance, dont la plus estimée éprouvait un déchet de cinquante pour cent à l'épuration. Ces soudières artificielles se sont multipliées depuis lors dans plusieurs provinces maritimes, et produisent les soudes les plus pures et les plus favorables à la fabrication des savons, des glaces, des cristaux, etc. (1). Tant d'usages aussi importans et aussi variés justifient la consommation énorme qui se fait annuellement de cette substance minérale, que l'on estime, pour l'Europe seulement, à vingt-cinq ou trente millions de quintaux par an, égalant au moins la somme de cent vingt-cinq millions de francs (2).

Le sel marin est prohibé à l'entrée en France;

légère fissure du lut, on parvient à découvrir l'endroit précis en promenant sur les différens points de l'appareil un flacon plein d'alcali volatil, ouvert; au moment où il passe sur la fissure, il se produit instantanément une fumée blanche très-sensible. Les proportions indiquées ci-dessus conviennent parfaitement aussi pour préparer la liqueur propre à blanchir les gravures, et surtout à enlever les taches d'encre à écrire; j'en ai fait l'épreuve sur plusieurs milliers d'estampes et de livres précieux.

(1) Consultez le prospectus pour l'établissement des soudières artificielles, *Journal gratuit*, 1790, division des arts mécaniques.

(2) Héron de Villefosse, *Richesse minérale*, partie économique, p. 236.

mais il en a été exporté cent quatre-vingt millions de kilogrammes en 1816, et quatre-vingt-sept millions en 1817. Le produit total des marais salans, des salines et des nitrières du royaume, s'élève à deux cent soixante millions de kilogram. (1).

M. Chaptal compte en France soixante-cinq salines ou salins, et prétend que, pendant les années où le sel a été franc d'impôt, la consommation s'est élevée de vingt-trois à vingt-cinq millions de francs; tandis que, depuis le rétablissement du droit, elle atteint à peine au dixième de ce qu'elle était, parce que, lorsque cette substance se vendait à bas prix, on en donnait aux bêtes à cornes et aux moutons, et on l'employait comme amendement (2).

2. MINERAIS DE NATRON OU DE CARBONATE DE SOUDE.

Un très-grand nombre de lacs tiennent ce sel en dissolution; beaucoup d'eaux minérales le contiennent aussi, et on le trouve à l'état solide, ou sous la forme d'efflorescences, à la surface des terrains sablonneux, chauds et arides, dans l'intérieur de certaines cavernes, et sur les parois des murs des édifices; de sorte que ce sel existe tout formé dans la nature, et qu'il suffit d'évaporer les eaux qui le tiennent en dissolution,

(1) *Annales des mines*, 1818.

(2) Chaptal, *Industrie française*, t. II, p. 168.

ou de lessiver les pierres dont il couvre la surface, pour l'obtenir à l'état solide et pur.

Les lacs Natron, situés dans une vallée de la Basse-Égypte, qui est parallèle à celle du fleuve sans eau et voisine de la ville de Terraneh, produisent annuellement une très-grande quantité de ce sel, dont M. Berthollet attribue l'origine à la décomposition du muriate de soude par le carbonate de chaux, qui est souvent en contact avec lui. Ce natron, recueilli par les caravanes, est brun et impur. Ce sel se trouve aussi dans plusieurs lacs du Thibet; sur la côte occidentale de l'Inde, près de Bombai et de Tegapatnam; sur les côtes du golfe Persique; aux environs de Smyrne; autour du lac Baïkal, en Daourie; dans les plaines désertes de la Sibérie; dans plusieurs lacs saumâtres du Mexique; dans la province de Sukena, près Trona, en Afrique; dans la Haute-Hongrie; dans les cavernes du canton de Berne, en Suisse; sur les roches micacées de Bilin, en Bohême; dans un grand nombre de caves et de vieux bâtimens des villes maritimes qui bordent l'Océan, etc. Dans tous ces gissemens divers, le natron se fait reconnaître à la saveur savonneuse qui le caractérise, et à la propriété de verdir le sirop de violette.

Malgré cette grande abondance de la soude toute formée dans le règne minéral, celle qui circule dans le commerce provient cependant

presque toute de l'incinération de plusieurs plantes qui croissent au bord de la mer, et qui en produisent de très-grandes quantités.

Les usages du natron ou de la soude sont très-variés; mais ceux qui en consomment le plus sont la fabrication des savons d'huiles et de graisses, et celle du verre le plus beau et le moins altérable.

Le *kiène* des Chinois est un sel dont ils font communément usage dans leurs lessives et dans la fabrication de leurs savons d'huiles ou de graisses; tout nous porte à croire que ce kiène est la soude carbonatée ou natron: il se trouve à la surface de la terre, et on le retire par lessivation de la cendre du sarrasin (1).

3. MINERAIS DE BORAX OU DE SOUDE BORATÉE.

Comme nous ne connaissons point encore parfaitement le gissement de ce sel, que nous savons seulement qu'il se cristallise au fond de certains lacs du Thibet, à quinze journées N. O. de Tissoolembo (2), et dans plusieurs autres du territoire de Marmé, même pays; nous ne pouvons point indiquer les caractères distinctifs des minerais qui le renferment, et nous en sommes réduits à ceux du borax lui-même, tel qu'il nous arrive

(1) *De la Chine*, par l'abbé Grosier, t. II, p. 238.
(2) *Annales de Chimie*, II^e^ volume.

du Thibet, ou tel qu'il se débite après avoir été raffiné.

On distingue dans le commerce plusieurs espèces de borax brut :

Le borax de l'Inde, qui est en petits cristaux bien nets, de quatre lignes ou un centimètre d'épaisseur, réunis ou enveloppés dans une matière grasse ;

Le borax du Bengale ou *de Chandernagor*, qui se trouve ordinairement en gros cristaux arrondis, souvent enveloppés de feuilles ;

Le borax de la Chine, qui est plus pur que les précédens, et qui semble à demi raffiné.

On présume qu'une partie de ce sel est le produit de l'art, ou du moins qu'il provient de quelques manipulations qui en accélèrent la formation. Pendant bien long-temps on a ignoré absolument quelle était l'origine de ce sel ; mais, si l'on en croit MM. Rovato et W. Blanc (1), il existerait deux villages à vingt-cinq journées de Lassa, capitale du Thibet, dont les habitans ne vivraient que de la cueillette du borax, qui se trouve au fond de petits réservoirs que l'on pratique exprès au bord d'un lac qui est au fond de la vallée, et dont l'eau est chaude. On emplit ces fosses avec de la neige, sur laquelle on verse de l'eau chaude des lacs ; et quand elle est évaporée, on trouve au

(1) *Journal de physique*, t. XXXVI.

fond un gâteau de borax de six lignes d'épaisseur. Ce sel porte dans le pays le nom de *soaga* ou de *swagah*, et on le conserve en l'enduisant de beurre et de terre.

Les Hollandais ont gardé pendant assez long-temps le secret d'épurer le borax et de le livrer aux consommateurs en assez gros cristaux; aujourd'hui l'on opère fort bien cet affinage en France, et il en a été présenté plusieurs échantillons à l'exposition de 1819.

On sait que le caractère le plus saillant du borax, qui, du reste, a une saveur urineuse et une transparence gélatineuse, est de se fondre avec facilité, d'abord en une fritte très-spongieuse, et ensuite en un verre bulleux; et c'est cette extrême fusibilité qui le fait employer par les bijoutiers, ou plutôt son verre, pour souder les différentes parties de leurs ouvrages. On le fait entrer aussi dans la composition du verre, pour environ cinq hectogrammes (une livre) par pot, et il sert de fondant aux couleurs et à l'or qu'on applique sur la porcelaine (Brongniart) (1). Enfin il est très-employé en docimasie, ou dans l'art d'essayer les minérais.

(1) Il n'est pas certain que le chrysocolle des anciens fut toujours le borax; j'ai quelques raisons de penser, d'après la description même de Théophraste, que la chaux fluatée a porté aussi le nom de chrysocolle, ou colle d'or.

4. MINERAIS DE SEL DE GLAUBER OU DE SOUDE SULFATÉE.

C'est encore dans l'eau de plusieurs sources, et sous la forme d'efflorescences ou de masses terreuses, que l'on trouve le sel de Glauber; on le distingue à sa saveur amère, à la facilité avec laquelle il se ternit et s'effleurit à l'air, et il diffère du sulfate de magnésie en ce qu'il ne se laisse point précipiter par l'addition d'un alcali versé dans sa dissolution.

Plusieurs lacs de l'Autriche, de la Basse-Hongrie, de la Sibérie, tiennent ce sel en dissolution; la Suisse, l'Espagne offrent quelques sources qui le contiennent aussi, et l'on assure même que les eaux du Tage n'en sont point dépourvues. Enfin il se trouve en efflorescences au milieu de la chaîne des monts Ourals, près de Tscheliabinsk, sur un sol argileux qui n'en renferme point à une certaine profondeur; ce qui a fait présumer que l'air entrait pour beaucoup dans l'acte de sa formation (Pallas). On l'a également remarqué sur les murs des édifices de Copenhague et de Hambourg.

Le sulfate de soude est toujours assez voisin des sources qui renferment du muriate de soude; aussi le trouve-t-on souvent dans les bassines où l'on fait évaporer les eaux salées.

On n'employait guère ce sel que comme purgatif; mais aujourd'hui on le fait entrer dans la composition du verre en remplacement du salin, et l'on assure que le verre qui en résulte est plus dur, plus blanc et d'un poli plus vif que l'ancien. Les administrateurs de la manufacture des glaces de Saint-Gobin obtinrent un brevet d'invention pour cette substitution en 1810. Il était d'autant plus important d'utiliser ce sel, qu'on le fabrique malgré soi dans le travail des salines, en assez grande abondance.

Le *phosphate de soude*, employé dans la soudure, n'est point un produit minéral; c'est un sel animal que l'on retire des urines.

5. MINERAIS DE NITRE OU DE POTASSE NITRATÉE.

Le nitre se trouve encore tout formé dans la nature; il se présente en efflorescences blanches, composées de petites aiguilles brillantes qui pourraient être confondues avec celles de plusieurs autres substances salines, si l'on n'avait pas, pour les reconnaître, un caractère distinctif aussi tranché que facile à éprouver. En effet, il suffit de prendre une pincée de ces efflorescences, ou de la terre avec laquelle on les trouve mêlées, et de la jeter sur un charbon allumé, pour produire sur-le-champ un point de combustion très-vif, brillant, et accompagné d'un bruissement particulier,

qui tient à la vivacité avec laquelle le charbon s'embrase par le contact de ce sel.

Le nitre est très-abondamment répandu dans la nature ; mais il se présente toujours à la surface de la terre et dans l'intérieur des cavernes, où l'air peut facilement pénétrer; il n'y a peut-être point d'exemple de nitre trouvé dans l'intérieur des bancs d'une roche quelconque, et, qui plus est, l'on a remarqué que les plaines sablonneuses qui se couvrent habituellement de ce sel, et qui en produisent de nouveau à mesure qu'on l'enlève, ne contiennent point cette substance à quelque pieds au-dessous de la surface ; en sorte que l'on a pensé que l'air atmosphérique était indispensable à sa formation. Les principes constituans de l'atmosphère et ceux de l'acide nitrique étant les mêmes, en proportions différentes, il est vrai, viennent à l'appui de cette idée ; et ce qui peut encore lui donner un plus haut point de vraisemblance, c'est que l'on a remarqué depuis long-temps que la formation du nitre était plus active dans les lieux où les matières animales entrent habituellement en putréfaction, comme les boucheries, les caves, les écuries, les étables, etc., où l'azote peut être plus abondant que partout ailleurs. Quant à la potasse, qui forme la base de ce sel, on n'a pas encore la plus légère idée sur sa formation; car le nitre se produit aussi-bien sur les roches granitiques que

sur les roches calcaires, sur les sables siliceux que dans les terrains argileux, etc. Il suffit quelquefois de déterminer la création du nitre sur un seul point d'une pierre ou d'un bâtiment, pour qu'elle en gagne insensiblement toutes les parties. Dolomieu a remarqué ce fait sur les édifices de Malte, qui sont construits en calcaire crayeux, et qui tombent en efflorescence quand ils ont été touchés par l'eau de de la mer. Le nitre est un des *sels muraux*, par excellence; mais il se trouve aussi dans les lieux inhabités. La nitrière naturelle la plus importante, est celle qui fut découverte, en 1783, par l'abbé Fortin, à *Molfetta*, dans la Pouille, au nord-ouest de Bari, sur l'Adriatique. Cette nitrière s'est formée dans un enfoncement conique qui s'est produit au milieu de bancs calcaires coquilliers, par suite d'un affaissement ou de tout autre accident. Ce gîte, nommé *Poulo*, pouvait fournir, suivant l'estimation qui en a été faite lors de sa découverte, environ quarante mille quintaux de ce sel; et l'on avait lieu d'espérer qu'une seconde récolte en produirait davantage encore, ainsi que toutes celles qui se succéderaient. Dolomieu parle d'un autre amas nitreux, découvert à Latera, dans le royaume de Naples, qui est composé d'un grand nombre de cavités, dont chacune renferme environ cinquante mille quintaux de nitre, et qui semblent inépuisables. On en cite aussi de plus ou moins abondantes à Gravina, à Athermusa, Miner-

vino, Massafra, Montrone, Natra, etc. Le fameux souterrain de Syracuse, bâti par Denis le tyran, s'est changé en une nitrière abondante.

Le nitre est extrêmement commun dans l'Asie; il s'effleurit avec profusion à la surface de la terre au Bengale, en Perse, en Arabie, et dans plusieurs cantons de l'Inde et de la Chine, particulièrement à la surface des plaines qui entourent Pékin : on en transporte jusqu'en Europe, où il est fort estimé. L'Égypte, les environs du cap de Bonne-Espérance, et plusieurs déserts de l'intérieur de l'Afrique, le produisent journellement. L'Amérique, et particulièrement les environs de Lima, le Tucuman et la province de Kentucky, produisent aussi une grande quantité de nitre en efflorescences; c'est même de cette dernière localité que l'on extrait celui qui sert à la fabrication de la poudre à canon des États-Unis.

Le nitre qui se trouve dans la Haute-Hongrie, a cela de particulier, qu'il se présente en dissolution dans les eaux de plusieurs sources, ce qui est assez rare; et l'on assure qu'il y est si abondant, qu'on pourrait en retirer une fois plus que l'Inde n'en fournit à toute l'Europe. Ces sources nitreuses se chargent probablement de ce sel en traversant le plateau qui règne le long de la rivière de Samos, dans une étendue de soixante-douze lieues, et elles le déposent ensuite dans le sable, d'où on l'extrait par lessivation et évapo-

ration, dans soixante-dix ateliers employés à cet usage. Enfin, l'Espagne, la France, et presque toutes les contrées du monde, sont plus ou moins pourvues de ce sel, soit dans les terrains arides et les carrières abandonnées, soit dans les bâtimens des villes et des campagnes. C'est même ordinairement dans ces derniers lieux que les salpétriers vont recueillir les terres qu'ils doivent lessiver ensuite. Ils connaissent au goût et par l'habitude celles qui doivent en fournir; et ils les mêlent quelquefois avec celles qui proviennent de la décomposition des parois de certaines carrières calcaires qui produisent aussi du nitre. L'on sait que l'art de fabriquer ou plutôt d'extraire ce sel, consiste à lessiver les terres qui le contiennent, ou les efflorescences que l'on recueille, et qui portent le nom de *salpêtre de houssage;* que l'on fait passer l'eau à plusieurs reprises sur ces terres nitreuses, jusqu'à ce qu'elle ait acquis le degré de saturation convenable, et qu'ensuite on la rapproche par l'évaporation, jusqu'à ce qu'une goutte, placée sur une lame de couteau, s'y change, en refroidissant, en un globule solide, une espèce de pastille de nitre; que l'on verse alors cette liqueur saturée dans des cristallisoirs, après l'avoir clarifiée, au moyen d'une addition de colle forte qui produit une écume abondante; et que, pour obtenir du nitre plus pur que ce premier, on le fait dissoudre de nouveau ou même jusqu'à

quatre fois, en le faisant toujours cristalliser, par refroidissement, et le dégageant, à chaque opération, d'un reste d'eau mère, qui s'écoule du cristallisoir que l'on incline à cet effet. Cette eau est saturée de plusieurs muriates déliquescens, dont on diminue la quantité par une addition de potasse, qui se change en nitre en leur enlevant leur acide. Le nitre obtenu par suite de ces dissolutions et cristallisations successives, porte, dans le commerce, le nom de nitre de 2e, 3e ou 4e cuite : ce dernier est d'un beau blanc, cristallisé en grosses aiguilles prismatiques, striées et cannelées dans le sens longitudinal; quand la cristallisation a été soignée, elle présente la forme d'un prisme hexaèdre, terminé par des pyramides à six faces un peu surbaissées. Le salpêtre brut vaut à Paris 82 fr. 50 c. le quintal; celui qui est raffiné vaut 100 fr.

Les efflorescences, et surtout les terres nitreuses, sont presque toujours mêlées de muriate de soude, qui, étant moins soluble que le nitre, se dépose le premier, et se précipite au fond des chaudières coniques dans lesquelles on opère l'évaporation de la lessive. La séparation en est d'autant plus facile, que le nitre se dissout dans le quart de son poids d'eau chaude, et que le muriate de soude exige plus de deux fois et demie son poids d'eau bouillante.

Le nitre des pharmaciens, qui se prépare ex-

près pour la médecine, s'obtient en petites aiguilles fines, en troublant la cristallisation, afin qu'il soit encore plus aisé à dissoudre que s'il était, comme celui qu'on emploie pour la fabrication de la poudre, en gros cristaux bacillaires.

Le principal usage du nitre ou salpêtre est d'entrer pour 78,76 ou 65 pour 100 dans la composition des poudres de chasse, de guerre, et de mine.

Voici les proportions du soufre, du charbon et du nitre, dans les diverses poudres que l'on fabrique à Essone :

Poudre de mine ou de traite.

Nitre.	65
Soufre	20
Charbon.	15

Poudre de guerre.

Nitre.	76
Soufre	10
Charbon.	14

Poudre de chasse superfine ou de pistolet..

Nitre.	78
Soufre.	10
Charbon.	12

Suivant M. Chaptal, les meilleures proportions seraient, nitre 77, soufre 9, charbon 14.

La poudre à canon anglaise est composée, dit-on, de nitre 100, soufre 20, charbon 24.

Enfin, les Chinois, qui connaissaient la poudre

avant nous, la composent de nitre 16, soufre 4, charbon 6 (Klaproth); mais on assure qu'ils ne s'en servent que pour les feux d'artifice, et non pour la guerre, ce qui explique la faible proportion du nitre qu'ils emploient : ils fabriquent ce sel absolument comme nous (Père Amiot). C'est du nitre que l'on retire l'acide nitrique, plus connu dans le commerce sous le nom *d'eau-forte*.

Dans les fabriques où l'on obtient cet acide en grand, on met le nitre en contact avec du sulfate de fer calciné, ou avec une argile légère, fragile et ferrugineuse, dans la proportion de deux ou trois parties contre une de nitre. On introduit ce mélange dans des cornues de grès, lutées à des récipiens, et disposées, sur une ou deux lignes, dans un fourneau appelé galère; et, par une chaleur assez vive, la base du nitre abandonne son acide pour se combiner avec l'argile, et l'acide passe dans les récipiens qui contiennent de l'eau ; c'est ce résidu qui porte le nom de *ciment à l'eau-forte*. *Voy.* l'art. Ciment. On obtient aussi l'acide nitrique, en changeant le nitrate de potasse en sulfate, à l'aide de l'acide sulfurique étendu, etc. Brûlé conjointement avec le soufre, il produit de l'acide sulfureux, que l'on reçoit dans des chambres de plomb, dans lesquelles on introduit de l'eau en vapeur, et où il se forme de l'acide sulfurique.

Le nitre est un excellent fondant; l'on s'en sert

dans la purification des métaux, et dans plusieurs opérations docimastiques.

6. MINERAIS D'AMMONIAQUE MURIATÉE.

Ce sel est peu répandu dans la nature à l'état natif; la plus-grande partie de celui du commerce provient des fabriques, où on l'obtient par le traitement des matières animales. On le trouve cependant tout formé dans le voisinage des volcans brûlans, dans les solfatares, et particulièrement dans les crevasses des cratères. On assure qu'il se trouve aussi dans le Turkestan, en Perse, en Tartarie, dans le pays des Kalmoucks (1), en Bucharie, sous la forme d'efflorescences déposées sur les roches schisteuses; dans les mines de houille de Newcastle, et, en dissolution, dans quelques fontaines et dans quelques lacs.

Dans ses différens états, le muriate d'ammoniaque se fait reconnaître à sa saveur urineuse, et

(1) Voici, à l'égard de celui dont les Kalmoucks font commerce, une note que nous devons à M. Abel Rémusat :

« Le sel nommé en chinois nao-cha, ou sel de Tartarie, sel » volatil, se tire de deux montagnes volcaniques de la Tartarie » centrale : l'une est le volcan de Tourfan, situé près de la » ville de Ho-Tcheou, *ville de feu*; l'autre est la montagne » Blanche, dans le pays de Bisch-Balikh. Ces deux montagnes » jettent continuellement des flammes et de la fumée. Il y a des » cavités dans lesquelles se ramasse un liquide verdâtre; exposé » à l'air, ce liquide se change en sel, qui est le nao-cha. Les » gens du pays le recueillent pour s'en servir dans la prépara-

surtout à l'odeur piquante qu'il dégage quand on le broie avec la chaux vive. Cette odeur est celle de l'alcali volatil qui s'en sépare, et que l'on obtient de ce sel par la distillation de son mélange avec la chaux.

Le sel ammoniaque sert aux teinturiers pour aviver certaines couleurs; aux chaudronniers, pour décaper la surface des métaux qu'ils veulent étamer; aux ferblantiers, pour préparer aussi les places qui doivent recevoir la soudure, etc.

Les pains d'ammoniaque que l'on trouve dans le commerce, proviennent, en grande partie, des manufactures d'Egypte, où l'on brûle le crottin des chameaux et la fiente des autres ruminans qui se nourrissent comme eux de plantes salées. La suie qui en provient, placée dans de grands vases et sublimée pendant deux jours, produit quelquefois près d'un tiers de son poids d'ammoniaque muriatée (1).

» tion des cuirs. . . . . .
» Ils recueillent aussi les eaux mères, qu'ils font bouillir dans » des chaudières, et ils en retirent le sel ammoniaque sous la » forme de pains semblables à ceux de sel commun. Le nao- » cha le plus blanc est réputé le meilleur. La nature de ce sel » est très-pénétrante; on le tient suspendu dans une poêle au- » dessus du feu pour le rendre bien sec, et on y ajoute du » gingembre pour le conserver. » (*Encyclopédie chinoise*, édition japonaise.)

(1) L'on fabrique aussi ce sel en France; depuis long-temps M. Payen en a obtenu en grand, par la distillation des matières

Je ne connais aucun usage au sulfate d'ammoniaque, qui d'ailleurs est fort rare dans la nature.

7. MINERAIS DE SEL D'EPSOM OU DE SULFATE DE MAGNÉSIE.

La magnésie sulfatée n'est pas très-commune en Europe ; elle s'effleurit cependant à la surface de quelques roches particulières qui contiennent sa base et son acide séparément, et qui, dans quelques circonstances, donnent naissance au sel dont il s'agit ici, et presque toujours à la suite de l'altération de ces roches.

Sous la forme de simples efflorescences, ce sel n'est pas très-facile à distinguer du sulfate de soude ; mais si on le fait dissoudre, et que l'on jette quelques gouttes d'une dissolution alcaline dans l'eau qui le contient, il se fera subitement un précipité blanc, qui est de la magnésie ; ce qui n'aura pas lieu avec les efflorescences de sulfate de soude : tel est donc le moyen certain de le reconnaître quand il est dans cet état.

L'on ne se contente pas de recueillir le sulfate de magnésie, tout formé, qui se présente en efflorescences à la surface de certains schistes, de quelques psammites et de quelques autres roches ;

animales provenant des immondices de Paris ; cette manufacture existe au Gros-Caillou. Ce sel se vend à Paris 2 fr. la livre. Voyez la figure de l'atelier d'Egypte, pl. 24 du bel ouvrage de la commission.

on le complète, en quelque sorte, en ajoutant l'acide aux substances qui ne contiennent que sa base.

C'est ainsi qu'on le retire en Ligurie, au Monte-Ramazzo, en grillant des pyrites qui fournissent l'acide aux roches serpentineuses magnésiennes qui leur servent de gangue, et à de la chaux magnésienne aussi que l'on ajoute dans le courant de l'opération. C'est encore en ajoutant de l'acide sulfurique à la magnésie contenue dans certaines pierres calcaires, que l'on forme artificiellement aujourd'hui ce sel en Angleterre, etc. On le vend à Paris 60 fr. le quintal.

Les schistes pyriteux magnésiens fournissent le sulfate de magnésie tout formé : tels sont ceux que l'on lessive dans la vallée de Saint-Imbert, près Sarrebruck. Quant à ceux des environs de Sallanches en Savoie, que j'ai également visités, ils alternent avec le calcaire alpin, et contiennent probablement du sulfure de fer très-atténué, qui se décompose et qui se porte sur la magnésie contenue dans ces schistes, que l'on retrouve également près d'Ery, sur la route de Sallanches à Conflans. M. Tingry de Genève fut le premier qui en signala l'existence.

Dans ce moment-ci, j'extrais ce même sel, non-seulement des grès psammites qui font partie du terrain houiller de la rive droite de la Vezère, département de la Dordogne; mais il existe aussi

dans la houille elle-même; car après quelques jours d'exposition à l'air, ce combustible devient farineux et blanchâtre, au point qu'il s'emiette avec facilité; et cette alteration n'est due qu'au sulfate de magnésie, et nullement au sulfate de fer, comme je l'avais cru d'abord.

Ce sel extrait du psammite, de la houille et même de la cendre qui résulte de sa combustion, est mêlé à une petite dose de muriate de soude; mais lorsqu'il est purifié et qu'il a été cristallisé et dissous à plusieurs reprises, il devient de bonne qualité et propre aux usages ordinaires.

Le sulfate de magnésie abonde en Sibérie; Patrin assure que, dans les temps de sécheresse, il existe une plaine où les pas s'imprègnent dans ce sel comme sur la neige. Un grand nombre de sources la tiennent en dissolution. Les eaux d'Epsom, dans le comté de Surrey en Angleterre, en ont fourni, presque exclusivement, pendant assez long-temps, et lui ont valu le nom de sel d'Epsom ou de sel d'Angleterre; il existe aussi dans les eaux de Sedlitz et d'Egra en Bohême, dans celles des environs de Montpellier, etc. Jusqu'à présent l'emploi de ce sel est borné aux usages de la médecine, soit qu'on le donne en nature ou que l'on en sépare la magnésie pure.

8. MINERAIS D'ALUN OU DE SULFATE D'ALUMINE.

L'alun natif n'est point aussi commun que tous les sels que nous venons d'indiquer ; il s'en trouve cependant de tout formé, soit à l'île de Milo, dans l'Archipel, où Tournefort l'a observé en masses ou en filets soyeux ; soit à Segario en Sardaigne, et mieux encore à dix journées de marche du village de Goubanieh, près Syène en Egypte, où les caravanes vont exploiter une couche d'alun de trois à quinze pouces d'épaisseur, qui présente ce sel avec toute la pureté désirable. Dans d'autres lieux, et particulièrement à la Tolfa, près Civita-Vecchia, à quinze ou dix-sept lieues de Rome, l'alun semble tout formé dans une roche particulière, qui a cependant besoin d'être grillée avant de passer au lessivage.

« Le terrain qui recèle la mine d'alun (1) se fait distinguer par la couleur blanchâtre et l'aspect argileux des roches qui se décomposent. Quand elles n'ont encore éprouvé aucune altération sensible, elles ont l'apparence d'un silex, ou plutôt d'un pechstein grisâtre et quelquefois rougeâtre ; elles renferment une multitude de cristaux de feldspath de diverses grosseurs. »

(1) Collet-Descotils, *Mémoire sur les alumières de la Tolfa ; Annales des mines*, t. 1, p. 319 et suiv.

L'aluminite, ou le minerai d'alun proprement dit, est disposée, au milieu de cette roche, en espèces de filons mal encaissés, et sans direction uniforme; elle ne présente pas toujours les mêmes caractères; l'espèce qui est la plus recherchée par les ouvriers comme étant la meilleure, est assez dure, lourde et rosée; il s'en trouve de tendre dont l'apparence est argileuse, et que les ouvriers rebutent comme étant peu riche; enfin il s'en trouve, au contraire, qui est assez dure pour étinceler sous le choc de l'acier, et qui est plus estimée que la précédente.

L'origine de ce terrain alumineux paraît très-difficile à déterminer; cependant l'on est généralement d'accord à le considérer comme volcanique, et c'était aussi l'opinion de Descotils.

La mine de la Tolfa s'exploite à ciel ouvert et par tranchées larges et profondes, nommées caves. Chacune d'elles porte un nom particulier, et celle qui est exploitée dans ce moment-ci avec le plus d'activité se nomme *cave gangalandi*. Cette mine, la plus importante de toutes celles qui sont exploitées maintenant en Europe, occupe deux cents ouvriers, et produit annuellement six mille quintaux métriques (plus de douze mille quintaux anciens) d'alun marchand.

Des minerais analogues à ceux de la Tolfa sont exploités à Montione, dans la principauté de Piombino, dans le comté de Berregh en Hongrie:

et M. Cordier, inspecteur divisionnaire au corps royal des mines, vient d'en reconnaître un tout-à-fait semblable au Mont-d'Or, en Auvergne. Celui-ci est remarquable par la présence du soufre qu'il renferme : on est à la recherche de son gissement en place.

La solfatare de Pouzzole produit journellement une grande quantité d'alun, surtout depuis que M. Breislak a augmenté les circonstances favorables à sa formation, en multipliant les surfaces par les moyens les plus ingénieux, et en rendant le service de ce grand laboratoire infiniment plus commode par l'établissement d'une fontaine artificielle qui est alimentée par les vapeurs aqueuses qui se dégagent du sol, et qui se condensent dans un vaste appareil.

Les minerais schisteux sont beaucoup plus communs que ceux qui sont analogues à celui de la Tolfa. Mais ici l'alun n'est pas tout formé : il faut non-seulement dégager l'acide sulfureux des pyrites imperceptibles qui sont contenues dans les schistes, acide qui se porte sur l'alumine qu'ils contiennent ; mais il faut encore y ajouter, lorsqu'on en a tiré ces deux principes par le lessivage, la potasse ou l'ammoniaque, sans lesquelles il ne se forme point d'alun ; car, comme on le sait, ce sel est composé de sulfate d'alumine et de sulfate de potasse ou d'ammoniaque, et quelquefois des trois réunis. On remarque que la

soude, qui a d'ailleurs assez d'analogie avec la potasse, ne produit point d'alun, tandis que l'ammoniaque peut la remplacer avantageusement.

Les minerais schisteux rendent donc, par un grillage modéré et par le lessivage ordinaire, de l'alun imparfait qui ne serait pas même susceptible de cristalliser, mais qui ne demande qu'une légère addition de potasse ou d'ammoniaque pour se changer en alun marchand. Je présume que le prétendu *beurre de montagne*, qui forme des masses grasses et onctueuses dans les cavités de quelques couches schisteuses, est de l'alun sans alcali. J'ai recueilli de ces efflorescences humides à la surface d'un schiste alumineux, précisément à l'entrée de la vallée de Chamouny, vis-à-vis du pont de Pelissier, qui avaient besoin d'une addition de potasse pour se changer en alun; le schiste qui les produisait était d'un gris foncé, luisant, feuilleté et pénétré d'une multitude infinie de pyrites cubiques, microscopiques. On pourrait donner suite à ces premiers essais; car ces schistes sont très-abondans sur l'une et l'autre rive de l'Arve, et l'alun que nous en avons fait, M. Robinson et moi, était excellent. Ce sont des schistes analogues à ceux-ci que l'on exploite à Duttweiller, près Sarrebruck, mais dont on commence par enlever le sulfate de fer qui est tout formé, avant de les griller pour les préparer à donner de l'alun. Cette exploi-

tation, que j'ai visitée, produisait environ neuf à dix quintaux d'alun par jour, que l'on faisait cristalliser par refroidissement dans de très-grands tonneaux.

Les schistes alumineux de St-Georges, Lavencas et Fontaynes, département de l'Aveyron, sont voisins d'une houillère embrasée comme ceux de Duttweiller, et ils produisent aussi de l'alun et du sulfate de fer en abondance.

Les minerais d'alun qu'on exploite en Espagne, dans les Pays-Bas, en Saxe, en Hesse, en Autriche, en Suède, en Norwége, etc., appartiennent tous aux schistes pyriteux. Le mode d'exploitation est toujours le même, et ne varie que par la manière d'appliquer le feu lors du grillage, il faut en général qu'il soit très-lent, humide, s'il était possible ; car il arrive quelquefois qu'un feu trop actif brûle le soufre, sans lui donner le temps d'agir sur l'alumine : j'en ai fait l'épreuve.

Ainsi les minerais d'alun sont au nombre de trois; savoir, l'alun natif, l'alun volcanique, et l'alun des schistes. On peut y ajouter aussi celui que l'on retire par l'incinération de certaines tourbes. Ce sel existe rarement en dissolution dans l'eau ; cependant on cite quelques sources qui en contiennent, en Bohême et en Hongrie.

Les plus anciennes fabriques d'alun existaient en Syrie et aux environs de Smyrne et de Constantinople. Celle de la Tolfa paraît dater du mi-

lieu du quinzième siècle, sous le pontificat de Paul II, et avoir été découverte par un certain *Jean de Castrel*, qui écrivait : « J'ai trouvé sept » montagnes si remplies d'alun, qu'elles pour- » raient suffire aux besoins de sept univers, » pourvu qu'on les administre avec précaution ; » et malheureusement c'est ce qui n'a pas été fait, car il paraît que l'exploitation en a été très-mal conduite, et que l'on a perdu une quantité énorme de minerai.

Aujourd'hui les manufactures d'alun sont tellement multipliées qu'il serait impossible de les citer toutes ; car, non-seulement on exploite les minerais qui le renferment tout formé, ou simplement ébauché : mais on le fabrique aussi de toutes pièces, par des moyens plus ou moins ingénieux et plus ou moins économiques. M. Curaudeau, et surtout M. Chaptal, ont porté cette branche d'industrie au dernier point de perfection ; aussi la France possède-t-elle maintenant un assez grand nombre d'usines où l'on fabrique ce sel : on y remarque particulièrement celles du département de l'Aveyron, celles de Montpellier, de Marseille et de Javelle, près Paris. Ces trois dernières préparent l'alun de toutes pièces. L'alun provenant des minerais s'est élevé, en 1817, à quatre cent onze mille cinq cents kilogrammes. (Cordier.) MM. Roard et Thénard ont prouvé que les aluns français égalent au moins ceux

qui nous viennent de l'étranger. Cependant on trouve encore, dans le commerce, différens aluns que l'on préfère a tout autre ; tels sont :

L'*alun de Rome*. Il est en petits cristaux cubiques ou octaèdres, légèrement colorés en rose ; il provient des minerais de la Tolfa, et se fabrique à Civitta-Vecchia : c'est le plus estimé et le plus cher ;

L'*alun du Levant*, en fragmens irréguliers, couverts d'une espèce de farine rougeâtre ;

L'*alun d'Angleterre* est en gros morceaux irréguliers ; son aspect a quelque chose de gras, et l'analyse a prouvé qu'il était le moins pur de tous.

Quant à l'*alun de fabrique*, qui ne porte aucun nom particulier, on le trouve dans le commerce en gros fragmens, dont l'une des faces porte l'empreinte des vases de bois où il a cristallisé, et qui présente souvent à l'opposé des ébauches de grands cristaux octaèdres. Ces aluns, comme tous les autres, sont toujours saupoudrés d'une fine poussière blanche et farineuse qui adhère à leur surface.

A l'égard de l'*alun de roche*, il devait son nom à la ville de Rocca en Syrie, où existait une des plus anciennes fabriques connues : on le confond aujourd'hui avec l'alun du Levant.

Le principal emploi de l'alun est de servir de mordant dans les teintures, d'aviver les couleurs

et de les fixer solidement sur les étoffes diverses. On s'en sert aussi dans la préparation des cuirs, dans la fabrication de la chandelle, à laquelle il communique plus de fermeté ; on le mêle à la colle de farine, pour écarter les souris des papiers que l'on tend sur toile ; on l'introduit dans la colle forte pour la préserver des vers ; il permet de laver sur les papiers non collés, et les empêche de boire. Dans les papeteries chinoises, on ne colle point, mais on alune fortement les papiers (Rémusat), et les teinturiers du pays l'emploient aussi comme mordant conjointement avec la couperose ; on s'en sert enfin dans les manufactures de papiers peints, etc.

On avait proposé de faire séjourner le bois des châssis des décorations de l'Opéra dans une dissolution saturée d'alun, parce que l'on avait remarqué que ce sel s'opposait à la combustion, et permettait au bois de résister aux flammes jusqu'à un certain point. Les Chinois l'emploient à un usage analogue, pour empêcher l'enveloppe de leurs fusées d'artifice de se consumer et de porter l'incendie sur les lieux où elles tombent. Enfin, les Anglais, dit-on, en introduisent une petite quantité dans leur pain, pour lui donner plus de blancheur et de légèreté. Les usages de l'alun en médecine et en chirurgie, sont indiqués dans la division consacrée aux minéraux employés dans l'art de guérir. L'alun, décomposé par l'acétate de

plomb, produit un *acétate d'alumine* qui a des usages particuliers en teinture, surtout comme mordant.

9. MINERAIS DE VITRIOL OU DE SULFATE DE FER.

Il n'existe réellement qu'un seul minerai qui produise le sulfate de fer; c'est la pyrite martiale de l'ancienne minéralogie, ou le fer sulfuré des minéralogistes modernes.

Cette substance métallique varie de couleur depuis le jaune et l'éclat du laiton, jusqu'au gris d'acier et au brun de foie; mais cette dernière est décomposée et privée de l'éclat metallique. La cassure du sulfate de fer est inégale, fibreuse ou radiée, suivant qu'elle a lieu dans tel ou tel sens et sur telle ou telle variété; il étincelle sous le choc de l'acier; sa pesanteur varie de deux cent quatre-vingt-sept à trois cent trente-deux livres le pied cube.

Le fer sulfuré se présente souvent avec des formes parfaitement régulières, telles que le cube, l'octaèdre, le dodécaèdre à plans pentagones, etc.; mais on le trouve plus souvent encore en masses hérissées de pointes mousses, radiées à l'intérieur, engagées dans de l'argile, ou libres et errantes à la surface de la terre. Les pyrites sont fréquemment engagées dans les schistes noirs, dans les lignites et les houilles, soit en grains irréguliers, soit en petits cubes presque microscopiques. Ce sont même ces deux dernières

variétés, savoir, le fer sulfuré radié et le fer sulfuré disséminé, que l'on exploite plus particulièrement pour la fabrication du vitriol ; leur couleur est plutôt grisâtre que jaune.

Le fer sulfuré produit le vitriol à lui seul ; car, quoiqu'il soit souvent engagé dans les mêmes schistes qui produisent l'alun, il n'emprunte aucun principe à cette roche, pour donner naissance à ce sel que l'on nomme aussi *couperose verte*. D'ailleurs, le fer sulfuré isolé, que l'on traite aussi dans la même vue, et qui produit du sulfate en abondance, prouve assez qu'il doit uniquement sa formation à la pyrite.

Ce minerai, qui est composé de cinquante-trois de fer métallique, et de quarante-sept de soufre, s'altère assez promptement par les alternatives de l'humidité et de l'action de l'air ; en sorte qu'au bout d'un laps de temps, assez variable il est vrai, presque toutes les pyrites de fer se changent en sulfate par l'intermède du soufre qui passe à l'état d'acide. Ce sulfate, abandonné à lui-même, se décompose à son tour, et ne laisse, pour tout résidu, que du fer à l'état d'oxide. Si la pyrite est isolée, l'acide disparaît ; mais si elle est engagée dans une argile, un schiste ou toute autre roche, il agit sur leurs principes constituans, et donne naissance à un nouveau sel qui est de l'alun ou du sulfate de magnésie, en raison de la nature de la roche qui la contient.

Cette décomposition spontanée des pyrites, que l'on accélère par des entassemens combinés, et des arrosages fréquens, produit une chaleur assez forte pour allumer la houille; aussi les couches de charbon de terre qui contiennent des pyrites, sont-elles très-sujettes aux embrasemens spontanés (voyez ci-dessus l'article Alun); et c'est cette décomposition naturelle qui a donné naissance à deux genres de manufactures: le premier, qui n'a pour but que la fabrication des sulfates de fer; le second, celle de l'alun. Quelquefois même ces deux branches d'industrie sont réunies dans le même établissement, faute de pouvoir se débarrasser entièrement du vitriol. On pourrait cependant en diminuer infiniment la quantité, ainsi que l'indique M. l'ingénieur des mines Gardien, en abandonnant les schistes pyriteux entassés beaucoup plus long-temps qu'on ne le fait dans l'Aveyron, par exemple, afin que le sulfate de fer, qui se forme en premier lieu, ait le temps de se décomposer, et de livrer son acide à l'alumine contenue dans les schistes ou les argiles avec lesquels il est en contact.

On fabrique du sulfate de fer dans toute l'Europe, parce que le minerai en est si commun qu'il n'y a guère de contrées où on ne le trouve avec plus ou moins d'abondance.

En France, les principales fabriques de couperose verte sont celles d'Alais, département

du Gard; de Honfleur et de Caen, département du Calvados; de Wissant, entre Boulogne et Calais. Les établissemens d'Alais sont alimentés par une couche de pyrites compactes, que l'on exploite par des travaux souterrains, dans une roche calcaire grise; ceux de Normandie le sont par des pyrites isolées que l'on trouve abondamment parmi le galet de la côte. Les fabriques de cendres végétatives des départemens de l'Aisne, de l'Oise et de la Somme, préparent aussi du vitriol qui provient des pyrites contenues dans le lignite et les schistes que l'on brûle. Le produit de toutes les fabriques de France s'est élevé, en 1817, à cinq cent soixante-dix mille sept cents kilogrammes. Le procédé employé pour la fabrication de ce sel est partout le même, à de très-légères différences près. A Newcastle, en Angleterre, où l'on agit sur des pyrites retirées de la houille, les procédés se réduisent aux opérations suivantes. Je vais les rapporter d'après Faujas; ils serviront d'exemple.

« L'industrie des habitans de Newcastle (1) est » si active, qu'accoutumée à tirer parti de tout, » elle met à profit jusqu'aux pyrites qui nuisent à » la qualité du charbon, et qu'on trouve en très- » grande abondance dans quelques-unes des mi- » nes. On en fait le triage avec soin, et l'on est

(1) Faujas, *Voyage en Angleterre*, t. 1, p. 167.

» dédommagé avec usure des peines que peut » occasioner cette main-d'œuvre, par les avan- » tages que présentent les pyrites dont on extrait » du vitriol. L'on dispose d'abord pour cela » un terrain uni en forme de grande aire au- » quel on donne une pente douce, mais sen- » sible; la surface en étant bien égalisée, bien » battue, on la recouvre de plusieurs pouces d'ar- » gile grasse, qu'on a soin d'étendre partout, et » d'unir, comme on le ferait avec un enduit de » mortier, pour retenir l'eau et l'empêcher de s'in- » filtrer dans la terre; mais on ménage en même » temps, au milieu de l'aire, une rigole propre » à porter toutes les eaux dans un point de réu- » nion, et de là dans un réservoir.

« La chose ainsi établie, on étend des pyrites » sur toute la surface de l'aire; on en forme des » couches les unes au-dessus des autres, jusqu'à » ce qu'il en résulte un massif de plusieurs pieds » d'épaisseur. L'on doit avoir soin, en plaçant » les morceaux de pyrites les uns contre les au- » tres, de laisser des vides ou intervalles qui » permettent à l'air d'y avoir accès.

» Les amas de pyrites, exposés aux vicissitudes » de l'atmosphère et des saisons, ne tardent pas » à s'échauffer, à se gonfler, à s'effleurir. On accé- » lère l'opération en les remuant, de temps à autre, » avec des râteaux de fer à longues dents, afin de » présenter par-là de nouvelles surfaces à l'air.

» Lorsque l'été arrive et que le temps est chaud » et sans pluie, il est nécessaire d'arroser sou- » vent, et à petite eau, la masse des pyrites; ce qui » remplit deux objets, le premier, de laver le sel » qui est déjà formé; le second, d'occasioner par » la chaleur humide, une sorte d'effervescence dans » les pyrites, ce qui donne lieu à une décompo- » sition beaucoup plus prompte. Les petites pluies » font très-bien aussi dans ces circonstances. En- » fin, les eaux chargées de vitriol trouvant un fond » d'argile qui les empêche de se perdre dans la » terre, coulent sur le sol incliné, et vont se » rendre dans un premier réservoir, où elles se » clarifient; l'évaporation naturelle les rend plus » fortes; et lorsqu'on juge qu'elles sont convena- » blement préparées, on les soutire, à l'aide d'un » robinet placé à une certaine hauteur du bassin. » Elles se rendent alors dans un second réservoir » attenant aux ateliers; elles passent de là dans » des chaudières de plomb, où l'on jette de vieux » fers rouillés; on les fait bouillir et évaporer à » grand feu, en employant le charbon de moin- » dre qualité; et lorsque la liqueur est suffisam- » ment rapprochée, on la fait cristalliser à froid » dans des auges de bois. Peu d'ouvriers peuvent » conduire une grande manufacture de ce genre, » et faire une quantité considérable de coupe- » rose. »

Ces procédés, je le répète, sont, à très-peu de

chose près, partout les mêmes; et c'est un préjugé de croire que la couperose d'Angleterre est meilleure que celle de France. Il est à désirer que l'on revienne d'une multitude d'erreurs de ce genre, qui ne tiennent qu'à une sorte d'habitude et de routine, toujours funeste à l'intérêt et au commerce de la France.

Le sulfate de fer natif que l'on trouve souvent en efflorescences à la surface des schistes ou des autres roches qui contiennent des pyrites, se reconnaît particulièrement à sa saveur, qui est celle de l'encre à écrire; sa couleur est d'ailleurs assez rarement blanche; elle est presque toujours salie par une teinte verdâtre ou jaunâtre.

On le reconnaîtra plus sûrement encore en en faisant dissoudre dans de l'eau, et versant dans cette dissolution quelques gouttes de prussiate de fer qui produiront sur-le-champ un précipité bleu ou quelques gouttes de décoction de noix de galle, qui donneront un précipité noir bleuâtre, qui est l'encre proprement dite.

Quant au sulfate de fer du commerce, il se présente presque toujours en fragmens irréguliers d'un vert foncé, couverts d'une efflorescence jaune, et sur lesquels on remarque quelques ébauches de cristaux : celui dont la couleur est la plus foncée, est aussi le plus estimé; il contient, suivant M. Thénard, un léger excès d'acide.

Le sulfate de fer s'emploie directement dans la

teinture noire des étoffes de toute espèce, et dans celle du feutre des chapeaux; comme il contient assez souvent un excès d'acide, il en résulte que les étoffes noires sont ordinairement moins solides que celles qui sont différemment colorées; aussi se sert-on beaucoup à présent de l'acétate de fer, préparé par l'acide du bois, qui n'attaque point les tissus comme le sulfate acide. Ce sel se vend à Paris 25 francs le quintal; et il y en a d'inférieur que l'on donne à 10, et même à 5 francs.

Un usage non moins intéressant du vitriol, est celui de former la base ou la partie colorante de l'encre à écrire. Les qualités de cette couleur, car c'en est une, sont de la plus haute importance; aussi le gouvernement a-t-il voulu, dans sa sagesse, adopter, pour la rédaction des actes publics, une encre dont la composition fût reconnue la meilleure; c'est celle qui est désignée, depuis nombre d'années, sous la rubrique *d'encre de la petite vertu*, et dont on assure que voici la composition (1) :

(1) *Un litre d'eau de pluie*, dans lequel on fait infuser *cent vingt-cinq grammes de noix de galle* concassées, que l'on expose au soleil pendant six heures en hiver et quatre heures en été, et que l'on filtre ensuite.

Trente-deux grammes de sulfate de fer calciné au rouge et bien tamisé, et trente-deux grammes de gomme arabique; le tout mêlé et bien battu jusqu'à ce que le sulfate soit parfaitement dissous. (*Bibl. brit.*, n° 362.)

Le sulfate de fer, distillé dans des cornues de grès, produit l'acide sulfurique, connu sous le nom d'*huile de vitriol*, et le résidu est un oxide de fer rouge, nommé *colcotar*. *Voy.* ce mot. On voit donc que le sulfate de fer est très-employé dans les arts, soit en nature, soit par les produits qu'on en retire. Je ne puis cependant m'étendre davantage sur ses usages; car j'entrerais dans le domaine de la chimie appliquée aux arts.

Quelques personnes reconnaissent dans le *mysi* des anciens le sulfate de fer des modernes. Le mysi le plus estimé se tirait des fonderies de l'île de Chypre; mais il paraît que l'on réunissait plusieurs substances différentes sous cette dénomination; car les auteurs anciens lui accordent des caractères et des propriétés tout-à-fait opposés.

10. MINERAIS DE VITRIOL BLEU OU DE SULFATE DE CUIVRE.

Le sulfate de cuivre est très-rare dans la nature à l'état natif, mais les minerais dont on peut le retirer sont assez communs, et quoiqu'ils soient à peu près tous à l'état pyriteux, ils sont cependant infiniment moins répandus que le sulfure de fer qui produit, comme nous l'avons vu, le vitriol vert.

Le sulfate de cuivre, autrement nommé vitriol bleu, vitriol de cuivre, vitriol de Chypre, ou

couperose bleue, se trouve en dissolution dans les eaux qui circulent dans les galeries des mines de cuivre, et il arrive même qu'elles le déposent sur les parois de ces excavations, en forme d'un enduit mince bleu céleste ou blanchâtre. Quand on soupçonne des eaux de tenir ce sel en dissolution, on s'en assure facilement en y faisant séjourner des morceaux de fer qui se couvrent bientôt d'une pellicule de cuivre rouge très-brillant. Cet essai décisif est le caractère le plus saillant du sulfate de cuivre. La formation de ce sel dans la nature, est donc purement accidentelle, et n'a donné lieu, que je sache, à aucune exploitation. Le minerai dont on peut le retirer est le *cuivre pyriteux*. Ce minéral est d'un beau jaune de laiton; il est souvent doré à sa surface, et orné des plus belles couleur de l'iris, surtout quand il a séjourné quelque temps à l'air, ce qui le distingue de la pyrite de fer, qui ne s'irise jamais; il est d'ailleurs beaucoup moins dur qu'elle, et n'étincelle que très-difficilement sous le choc de l'acier. Il pèse environ trois cents livres le pied cube. Grillé et lessivé avec de l'eau légèrement acidulée d'acide sulfurique, il produit du sulfate de cuivre d'autant plus pur, que le minéral lui-même est moins chargé de fer ou de zinc sulfuré; car on doit observer avant de se livrer à la fabrication du vitriol bleu, par la pyrite de cuivre, que ce

minerai est presque toujours mélangé de sulfure de fer. Je reviendrai, à la fin de l'article suivant, sur les produits de ces minerais mélangés.

Je pense toutefois que le traitement de la pyrite cuivreuse par la voie humide, n'est pas très-avantageux, mais qu'on peut l'appliquer à des minerais très-pauvres, disséminés dans des quarz, qui ne couvriraient pas les frais d'un lavage soigné, et encore moins ceux de la fonte. Le cuivre pyriteux forme quelquefois des filons très-puissans, et contient de deux à vingt-cinq pour cent de cuivre pur. Nous y reviendrons en parlant des minerais de cuivre.

Le vitriol bleu du commerce provient presque entièrement des fabriques où on le fait de toutes pièces avec du cuivre et du soufre. Ce sel est employé dans la teinture conjointement avec le sulfate de fer; quelquefois même ces deux sels sont combinés ensemble, et ils sont préférés, pour certaines opérations, au sulfate de fer pur. Le sulfate de cuivre se vend à Paris de 65 à 70 fr. le quintal.

II. MINERAIS DE VITRIOL BLANC OU DE SULFATE DE ZINC.

Le sulfate de zinc se trouve à l'état natif dans certaines mines où il existe d'autres minerais de ce métal, particulièrement le sulfure de zinc ou blende.

Il est blanc, limpide et soluble ; sa saveur est styptique et métallique ; mais comme la décoction de noix de galle ne le précipite pas en noir de ses dissolutions, il se distingue par-là du sulfate de fer capillaire, avec lequel on pourrait le confondre ; il cristallise d'ailleurs artificiellement en prismes droits allongés à quatre pans, terminés par des pyramides à quatre faces. C'est particulièrement à la mine de Rammelsberg, près Gosslar, dans le pays de Brunswick, ainsi qu'à Idria en Carniole, que l'on a trouvé ce sel natif, soit en aiguilles, soit en stalactites ; et c'est surtout à Gosslar que l'on prépare celui du commerce qui porte le nom de vitriol blanc de Gosslar.

Le minerai dont on retire ce sel, est le zinc sulfuré des minéralogistes, connu des mineurs sous le nom de blende. Ce minéral est très-commun dans les mines ; il accompagne presque tous les autres minerais, particulièrement ceux de cuivre et de plomb. C'est toujours une substance lamelleuse, très-brillante, mais dont les couleurs sont excessivement variables : les plus communes sont d'un brun tirant sur le rouge sombre ; il y en a de noires, de verdâtres, de jaune cannelle, de jaune topaze ; son éclat n'est point précisément métallique, sa poussière est toujours terne et grise et sa dureté ne lui permet pas de rayer le verre. C'est ce minerai que l'on fait griller et que

l'on lessive pendant qu'il est encore chaud; on décompose, par l'agitation à l'air, le sulfate de fer qui peut se former conjointement avec le vitriol blanc; on fait évaporer la lessive ainsi purifiée, et l'on obtient du sulfate de zinc cristallisé et limpide. On le fond à l'aide de son eau de cristallisation; on l'agite continuellement, on le verse dans des baquets; il se prend en une masse cristalline et blanche comme du sucre: et c'est ainsi qu'on le trouve dans le commerce. Il sert dans la teinture, et M. de Villefosse assure que c'est aux Indes orientales qu'on en trouve le plus grand débouché: il paraît qu'il y est employé à la teinture des étoffes et à la fabrication des nankins.

Voici une suite d'expériences qui se rapportent directement à la fabrication des sulfates de fer, de cuivre et de zinc, que nous venons de décrire. Une circonstance particulière me les avait fait entreprendre, mais comme elle peut se rencontrer dans d'autres établissemens, l'exposé n'en sera pas inutile: il s'agissait de tirer parti d'une quantité très-considérable de schlammes (1), dont la valeur ne pouvait pas même couvrir les frais de lavage.

Ces sables métallifères, excessivement fins, pro-

(1) Ce sont des sables métallifères excessivement fins, qui se déposent dans les dernières cases des labyrinthes, où l'eau qui passe sous les bocards se rend en dernier lieu. Les bocards sont des machines à pilon, où l'on pulvérise les minerais pour les préparer au lavage.

venaient du bocardage du minerai de Servoz dans lequel il existe en proportions variables du cuivre pyriteux, du fer sulfuré, du plomb sulfuré, du zinc sulfuré, du fer carbonaté, un minéral nommé triple sulfure, qui paraît contenir beaucoup d'antimoine et enfin du quarz blanc, qui sert de gangue à tous ces minéraux. M'étant convaincu, par plusieurs essais, que ces sables étaient trop pauvres pour pouvoir supporter les frais de préparation ordinaire, je tentai de les traiter par la voie humide, dans l'intention d'en obtenir plusieurs sulfates séparés. Voici les expériences que j'ai faites dans l'ordre où elles se sont succédées.

1.

On a fait des briquettes minces, composées de moitié argile et de moitié schlammes non lavées; on les a fait cuire dans un réverbère jusqu'à ce qu'elles aient acquis la couleur rougeâtre de la poterie commune mal cuite. On a jeté ces briquettes encore chaudes, dans des cuves remplies d'eau acidulée par l'acide sulfurique, marquant seulement un degré à l'aéromètre des acides; quatre jours après, cette eau marquait douze degrés à l'aéromètre du salpêtre.

2.

De l'eau pure, dans laquelle on avait jeté de ces mêmes briquettes, marquait à peine un degré, au même aéromètre, après quatre jours.

3.

L'eau n° 1, dans laquelle on a remis de nouvelles briquettes à deux reprises différentes, s'est chargée jusqu'à vingt-neuf degrés du même aéromètre.

4.

De l'eau pure bouillante, dans laquelle on a plongé des briquettes froides, s'est légèrement colorée en bleu. Le lendemain il s'est formé de très-petites aiguilles blanches qui se précipitaient au fond du vase, à mesure qu'elles naissaient à la surface. (Sulfate de zinc.)

5.

L'on a cuit de nouvelles briquettes dans un four à briques ordinaire; elles ont été trop chauffées, car la même eau acidulée a eu peu d'action sur elles. Cependant la lessive, quoique blanche, laissait précipiter du cuivre sur le fer poli.

6.

Quatre jours après, cette même lessive (n° 5) ne marquait que neuf degrés; on l'a fait repasser sur de nouvelles briquettes moins cuites, et elle s'est trouvée chargée à seize degrés, cinq jours après.

7.

Cette même lessive (n° 6) a été évaporée, et portée successivement jusqu'à trente-cinq degrés de concentration ; là on s'est arrêté pour laisser reposer la liqueur, et l'on a décanté : il est resté un dépôt blanc. (Sulfates anhydres.)

8.

La lessive (n° 7) a été versée dans des terrines pendant qu'elle était encore tiède, et elle s'est couverte presque aussitôt d'une pellicule cristalline. (Sulfate de zinc.)

9.

Quatre jours après, l'on a fait écouler l'eau des terrines, et l'on a trouvé dans tout leur intérieur des cristaux rhomboïdaux blancs, bleu céleste, bleu vif, et d'autres qui étaient moitié bleus et moitié blancs. Tous ces cristaux rhomboïdaux formaient des groupes qui étaient noyés au milieu d'une multitude de petites aiguilles blanches et brillantes dont les plus grosses étaient prismatiques.

Ces cristaux rhomboïdaux sont évidemment composés de plusieurs sulfates réunis, et les aiguilles blanches sont du sulfate de zinc pur. Dans les premiers, la forme rhomboïdale du fer sulfaté, l'a emporté sur celle des autres sulfates avec les-

quels il est combiné, quoique j'aie des raisons assez fondées pour croire que le sulfate de cuivre y prédominait. MM. Beudan et Blanc nous ont appris des faits cristallotechniques parfaitement analogues à celui-ci.

Il est malheureux que l'on ne puisse point séparer ces différens sulfates en grand ; car, dans cet état de mélange, ils ne sont pas susceptibles d'être versés dans le commerce. J'ai consulté, à cet égard, Collet-Descotils, MM. Roard, Dubois Drappier, et il paraît que jusqu'à présent l'on en est réduit au procédé de cémentation, mais comme il détruit précisément le sulfate de cuivre qui a le plus de valeur, il n'est pas admissible.

Il résulte donc de ces expériences, que l'on peut bien traiter les schlammes pauvres par des grillages et des lavages peu coûteux ; mais que les sulfates qu'ils produisent sont rejetés par le commerce. Cependant, comme il n'a été fait aucune expérience de teinture sur ces produits, on pourrait encore espérer que l'on parviendrait à les utiliser ; car le sulfate de fer, combiné avec le sulfate de cuivre, sont recherchés pour plusieurs teintures ; il n'y aurait donc que le sulfate de zinc qui pourrait être nuisible. Dans tous les cas, je crois qu'il serait bon de continuer ces expériences, puisqu'elles ont pour but d'utiliser des sables qu'il faudrait jeter, si l'on ne trouvait pas quelques moyens de les traiter économiquement.

Ici se termine l'histoire des minerais que l'on traite par lessivation. Nous avons vu que la plupart d'entre eux contenaient les substances utiles toutes formées, qu'elles étaient simplement mélangées à des matières étrangères, et qu'un simple lavage suffisait pour les en séparer. Mais ce que nous n'avons point dit, c'est que la fabrication de ces substances salines donne quelquefois naissance à des opérations chimiques subséquentes, qui ont pour but de retirer plusieurs produits utiles des eaux mères ou des précipités abondans qui se font dans les chaudières d'évaporation ; et, pour donner une idée de l'importance de ces produits secondaires, il suffira de citer les manufactures des produits chimiques de *Schœnbeck*, de *Soden*, de *Salgitter*, dans le pays de Brunswick, qui traitent les rebuts des salines environnantes, et dont les produits sont très-considérables et très-variés (1).

DEUXIÈME CLASSE.

MINERAIS QUE L'ON TRAITE PAR DISTILLATION OU FUSION.

Les minerais de cette seconde classe présentent souvent des caractères opposés aux substances utiles qu'ils renferment, et pour lesquelles on

(1) Héron de Villefosse, *Richesse minérale, partie économique*, p. 205.

les recherche ; c'est ainsi que les minerais de plomb sont aigres et cassans, que les minerais d'étain sont bruns, et quelquefois translucides, etc. Il n'y a guère que les minerais combustibles qui partagent la plupart des propriétés des substances qu'ils contiennent. En général, toutes les fois qu'il y a combinaison réelle, tous les caractères ou la plupart des propriétés des substances simples sont changés : c'est ce que l'on remarquera surtout dans la description des minerais métalliques.

§ Ier. MINERAIS COMBUSTIBLES.

I. MINERAIS D'HYDROGÈNE.

Toutes les variétés de houille sont des minerais d'hydrogène, puisque l'on peut en extraire ce gaz par la distillation (1) ; mais celle qui en produit le plus abondamment, est la houille compacte, nommée *cannel-coal*, en Angleterre. (*Voy.* l'histoire des houilles, page 90.) C'est donc elle que l'on doit préférer pour alimenter les thermolampes, qui sont, comme on le sait, des appareils distillatoires destinés à l'éclairage.

L'hydrogène carboné qui se dégage des vases de fonte dans lesquels on distille la houille, n'est point pur ; il est mélangé à une petite quantité

(1) L'anthracite ne contient point d'hydrogène ; mais aussi l'anthracite n'est point une houille : tous les minéralogistes sont d'accord sur ce point.

de bitume, qui donnerait une odeur désagréable, et qui engorgerait bientôt les conduits, si l'on brûlait ce gaz sans le laver. L'on est donc forcé de le faire circuler dans de grands réservoirs d'eau, afin qu'il y dépose les substances étrangères qu'il contient, et qu'il arrive parfaitement pur à l'extrémité des tubes qui représentent les becs des lampes ordinaires. Les récipients que l'on nomme *gazomètres*, obligent jusqu'à présent à donner un très-grand volume à ces appareils ingénieux, dont l'Angleterre et la France se disputent la première idée. Mais que ce soit M. Lebon, ingénieur français, ou M. W. Murdoch, qui en soit l'inventeur, il n'en reste pas moins constant que ce procédé d'illumination présente les plus grands avantages, et qu'il en offrira plus encore, lorsqu'il sera perfectionné et approprié aux usages domestiques; car, jusqu'à ce jour, on ne l'a guère appliqué qu'à l'éclairage des rues, des manufactures, des hôpitaux et des lieux de rassemblement (1).

J'ai cependant vu à Genève, en 1816, un thermolampe économique adapté à un poêle d'artisan, et qui alimentait deux becs de lampe, en façon de quinquet; la lumière qu'ils produisaient, était très-belle, et éclairait suffisamment une assez

(1) Les principaux Thermolampes sont ceux de Londres et d'Edimbourg; celui de l'hôpital St-Louis à Paris est en pleine activité.

grande chambre, tandis que le feu du poêle qui était employé à la distillation de la houille, échauffait l'appartement, et servait en même temps à faire cuire des alimens dans une marmite adaptée sur le dessus de ce fourneau. La disposition intérieure était le secret de l'auteur; quant au dehors, l'appareil proprement dit; offrait l'assemblage de deux cylindres de fer battu d'environ deux pieds de diamètre sur trois de hauteur, entrant l'un dans l'autre; celui qui portait le conduit du gaz trempait dans l'eau contenue dans l'autre cylindre, et faisait évidemment le rôle de régulateur, etc.

Voici quelques détails sur les avantages que présente ce mode d'éclairage; ils ont été recueillis par sir Joseph Banks, dans la filature de coton de MM. Philips et Lée, à Manchester, où l'on a appliqué en grand ce procédé d'éclairage par la combustion du gaz extrait de la houille (1). . . . . On distille la houille dans de grandes cornues de fer qui, pendant l'hiver, sont constamment en travail, sauf les momens où on les remplit. Le gaz qui en sort, est conduit par des tuyaux de fer dans de grands réservoirs où il est lavé et purifié avant de passer dans les gazomètres et par les conduits qui l'amènent aux ateliers. Les ramifications de ces derniers, mises bout à

(1) *Bibl. brit.*, n° 322.

bout, formeraient une longueur de plusieurs milles. . . . . Les becs sont de deux espèces : les uns sont construits d'après le principe de la lampe d'Argand ; les autres sont en forme de petits tubes recourbés. . . . Il y a, dans la manufacture, deux cent soixante-onze becs de la première espèce, et six cent trente-trois de la seconde; chacun des premiers donne une lumière égale à celle de quatre chandelles de six à la livre, et chacun des derniers fait l'effet de deux chandelles et un quart : ainsi la totalité de la lumière fournie par l'ensemble surpasse un peu celle que donneraient deux mille cinq cents chandelles, rigoureusement deux mille cinq cent sept. A ce degré d'éclairage, la totalité des becs consomme par heure douze cent cinquante pieds cubes d'hydrogène retiré du cannel-coal. La qualité et la quantité supérieure du gaz qu'on obtient de cette variété de houille, lui fait donner la préférence sur toute autre pour l'éclairage, malgré son prix plus élevé.

On consomme annuellement dans cette manufacture cent dix tonnes de houille de Wigan, valant ensemble 125 liv. sterl. (2750 fr.). On consomme, pour chauffer les cornues, quarante tonnes de bonne houille commune, valant ensemble 20 liv. sterl. (440 fr.) Les cent dix tonnes de cannel-coal distillées donnent environ soixante-dix tonnes de bon coak, qui font

une rentrée annuelle de 93 liv. sterl. (2076 fr.); plus, douze cent cinquante gallons de goudron, que l'on vend encore avantageusement. La dépense totale de l'éclairage de l'établissement, en y comprenant l'intérêt du capital employé aux constructions, etc., se monte annuellement à 600 liv. sterl. (13200 fr.); et l'éclairage par des chandelles, en se procurant le même degré de lumière, coûterait environ 2000 liv. sterl. (ou 44,000 fr.); ainsi l'économie est à peu près des deux tiers de la dépense. Voilà donc un nouveau motif d'exploiter nos mines de houille, afin de pouvoir faire jouir nos grands établissemens de cet avantage précieux; car, quoique l'on puisse obtenir le même gaz de la distillation du bois, et que le résidu soit aussi un charbon d'excellente qualité qui couvrirait une partie des dépenses, il est très-probable que l'emploi du combustible fossile serait préférable; et nous ne connaissons pas d'autre minerai qui produise autant d'hydrogène que les houilles et les lignites.

II. MINERAIS DE SOUFRE.

L'odeur particulière du soufre et sa belle couleur jaune sont assez connues; il répand, en brûlant, avec lenteur, des vapeurs âcres et suffocantes, accompagnées d'une flamme bleue qui

devient blanche et vive quand on en active la combustion,

Le soufre pur brûle sans laisser le plus léger résidu; quand on le serre dans la main, il s'échauffe, fait entendre un craquement assez fort, en même temps qu'il se fendille à l'intérieur. Le soufre du commerce, qui est moulé en canons, est presque opaque; mais on en rencontre dans la nature qui est assez transparent pour que l'on puisse distinguer les objets à travers des morceaux assez épais: ce beau soufre naturel est d'un jaune citron légèrement verdâtre: c'est le plus pur; sa cassure est éclatante et vitreuse, tandis que celui qui a été fondu est beaucoup plus terne et souvent fibreux dans son intérieur.

Le soufre, frotté pendant un instant, devient électrique et susceptible d'attirer les corps légers, à la manière de la cire à cacheter. Il est assez tendre, très-facile à briser, et pèse environ deux fois autant que l'eau pure, c'est-à-dire, cent trente-neuf à cent quarante liv. le pied cube.

On trouve le soufre natif dans deux sortes de terrains bien différens: il se forme journellement dans les soupiraux des montagnes volcaniques en activité, et se rencontre constamment dans le voisinage des sources salées et des mines de sel gemme; dans l'un et l'autre gissement, on trouve le soufre en cristaux octaèdres allongés, plus ou moins volumineux, dont chaque face est un

triangle scalène ; mais le plus ordinairement il se présente en masses informes, fibreuses à l'intérieur, et composées de couches superposées et parallèles, en morceaux irréguliers, qui ont la couleur, la cassure et l'aspect de la cire, et qui se présentent aussi avec des teintes grisâtres, ou d'un brun sale ou rougeâtre. Enfin, il s'en trouve de configuré en stalactites, et d'autre pulvérulent, blanchâtre, impur, qu'il ne faut pas confondre avec le soufre en poudre du commerce, qui est un produit de l'art, connu sous le nom de fleur de soufre.

Les principaux lieux d'où l'on extrait le soufre pour le verser dans le commerce, sont : 1° en *Italie*, le vieux cratère de Pouzzole, près de Naples, qui fume de temps immémorial, qui a été exploité de toute antiquité, où le soufre se renouvelle perpétuellement, d'où l'on extrait la plus grande partie de celui qui se verse dans le commerce. Ce lieu est connu sous le nom de solfatare par excellence.

2° La mine de *Formigniano*, près de Césène, à six lieues de Ravenne, dans les États romains. Le soufre y est disséminé dans une pierre argilo-calcaire, grise et endurcie; il y constitue même des couches qui sont recouvertes par du gypse.

3° Enfin, la soufrière de *Peretta*, près Sienne, en Toscane.

En *Sicile*, Dolomieu cite le val di Noto, celui de

Mazzara, dont le sol n'est point volcanique; ceux de Deucona, de San-Caltaldo, et les mines de Msisoco, de Riési, de Fiume, de Salato, de Capo-d'Arso, et particulièrement celles de Licata, de Bivona, de Falconara, de Mazzarino, de Summatino, de Girgenti, de la Catholica, etc. Dans plusieurs de ces mines, le soufre y forme des bancs horizontaux qui ont jusqu'à dix mètres (plus de trente pieds) d'épaisseur, et qui alternent avec du gypse, de l'argile et du sel.

Vulcano, l'une des îles de Lipari, qui paraît être un cratère à demi éteint, abonde en soufre; on l'extrait avec la plus grande facilité, à la profondeur de trois ou quatre pieds seulement : la chaleur du sol s'oppose à ce que l'on fouille plus avant.

Les raffineries de soufre de Marseille qui recevaient, avant la révolution, soixante-cinq mille quintaux métriques de cette substance brute, la tiraient presqu'en entier des mines que nous venons de citer; mais aujourd'hui cette importation a tellement diminué, qu'en 1817, la quantité totale de soufre brut importé en France, ne s'est élevée qu'à vingt-un mille huit cent quatre-vingt-quinze quintaux métriques (1).

En *Espagne*, la mine de *Conilla* ou *Conil*, près de Cadix, en Andalousie; celle de *Beltin* en Ar-

(1) *Annales des mines*, 1818.

ragon, où le soufre forme des couches de trois à quatre pouces d'épaisseur, engagées dans un terrain marneux et gypseux, et quelques autres mines moins importantes, situées dans les Asturies et le royaume de Grenade, suffisent à la consommation du pays, et produisent, suivant M. Hoppensack, environ quatre cents quintaux métriques de soufre.

En *France*, on ne connaissait aucune mine de soufre; mais on vient d'en découvrir un gîte à Saint-Boës, près Dax, département des Landes. Il est situé dans un terrain argilo-calcaire, marneux, recouvert de gypse et pénétré de pétrole. Le soufre y est en morceaux de toutes grosseurs, généralement très-pur, et assez abondant.

En *Autriche*, les mines de Swszowitze, exploitées en Gallicie par une vingtaine de puits de douze à quarante mètres de profondeur, produisent environ cinq mille quintaux métriques de soufre. D'autres exploitations, situées en Carinthie et dans le pays de Salzbourg, si riche en salines, en produisent sept à huit cents quintaux métriques. (Nouv. dic. d'hist. nat., art. Mine.)

En *Russie*, on exploite le soufre natif sur le Wolga, l'Orgnu et le Thoreck, dans des lieux nommés *Sernajagora* (montagnes de soufre). La plâtrière de Samara, sur la rive gauche du Wolga, en fournit douze milliers par an, suivant le voyageur Pallas.

En *Islande*, les mines de Griswig ou Krisevig, à la pointe sud-ouest de l'île, et celle du district de Hyswig ou Husavig, vers son extrémité nord-est, où l'on a établi une raffinerie. Il y existe une telle quantité de soufre, qu'elle suffirait, suivant le dire des voyageurs, à l'approvisionnement du monde entier. Le sol volcanique qui le produit n'est qu'à demi éteint; il fume de toutes parts, et le soufre n'est recouvert que par une légère couche sablonneuse qu'il suffit d'enlever pour le mettre au jour. Il y est si abondant, qu'on peut le ramasser à pelletées jusqu'à la profondeur de trois à quatre pieds, où la chaleur devient insoutenable et oblige à changer de place; mais on assure qu'on a remarqué que l'année suivante il s'en retrouvait tout autant qu'on en avait enlevé.

Outre ces différentes mines qui sont les plus importantes, ou du moins les plus connues, on cite encore les soufrières de Quitto, dans les Cordilières; celles de la Californie, de la Guadeloupe, de Saint-Domingue, de la Martinique, de Sainte-Lucie, de l'état de New-Yorck, près des cascades de Clifton; celles du Japon, de Java, de Ceylan; quelques plaines de la Perside, de la Parthide, en Perse (Chardin), etc.; et l'on pourrait citer tous les cratères des volcans brûlans qui sont imprégnés de soufre dans tout leur pourtour, et surtout dans toutes les crevasses qui donnent passage aux fumées et aux vapeurs ardentes qui s'en échap-

pent. A cette liste, déjà fort étendue, on peut encore ajouter la nomenclature de toutes les salines, presque sans exception, et celles des eaux thermales qui se font remarquer par leur odeur infecte, car elles déposent souvent aussi, immédiatement après leur sortie du sein de la terre, des quantités plus ou moins considérables de soufre pulvérulent; Pallas en a trouvé plusieurs en Sibérie dont le dépôt aurait pu être exploité avec avantage.

Le soufre ne se trouve pas seulement à l'état natif, tel qu'on vient de le citer, dans tant de lieux divers; il se rencontre encore à l'état de combinaison réelle dans tous les minerais sulfurés, au nombre desquels on doit citer les sulfures de fer et de cuivre (pyrites), comme étant ceux qui sont le plus abondamment répandus, et dont on l'extrait souvent, parce qu'ils en renferment quelquefois jusqu'à quarante-sept pour cent.

En *Suède*, le traitement de pyrites de Falhun produit annuellement cinq à six cents quintaux métriques de soufre; en *Silésie*, deux à trois cents quintaux métriques; au *Hartz*, plus de onze cents; et enfin, en France, on l'extrait également, par le grillage en plein air, des minerais cuivreux de Chessy et de Saint-Bel.

Le soufre n'appartient pas exclusivement au règne minéral, puisque l'analyse chimique le retrouve dans les œufs, le sang, les cheveux;

dans les racines de patience et de coclhéaria ; et il se forme, dans certaines circonstances, par la décomposition des matières végétales et animales. Tel était celui qu'on trouva, en grande quantité, lors de la démolition des fondations de la porte Saint-Antoine, à Paris.

Le soufre n'est jamais assez pur pour pouvoir être versé dans le commerce tel qu'il sort des soufrières; car si l'on en excepte quelques échantillons choisis, tout celui qu'on recueille dans les terrains volcaniques ou ailleurs, est toujours mélangé, à une plus ou moins grande quantité, des différentes substances pierreuses qui le contiennent et lui servent de gangue : or, pour l'en séparer, on place le minerai qui le contient dans de grands vases de terre qu'on dispose, sur deux rangs, dans un long fourneau nommé galère ; ces vases communiquent, avec d'autres qui sont extérieurs au fourneau, par le moyen d'un tuyau de terre. Le soufre, déjà débarrassé de la plus grande partie des pierres, se dépose dans ces récipiens, et se rend, en dernier lieu, dans des tinettes de bois remplies d'eau, où il se fige (1). Dans cet état, il n'est point encore assez épuré ;

(1) En septembre 1815 je visitai la soufrière qui existe à Sublein, près de Bex en Suisse ; on venait d'y construire des fourneaux destinés à séparer le soufre de sa gangue ; ils étaient composés chacun d'une espèce de chambre, au milieu de laquelle étaient dressés six ou neuf grands tuyaux de fer fondu,

et, suivant le service auquel on le destine, on le purifie de nouveau, soit en le faisant refondre dans une chaudière de fer, et le laissant déposer ses impuretés, soit en le distillant, pour l'avoir d'une belle couleur, et le mouler ensuite dans des calibres de bois humide (ce dernier est le soufre en *canon*, qui est si répandu dans le commerce); soit enfin en le sublimant dans des ateliers particuliers, composés de deux étages, dont le supérieur est destiné à recevoir le soufre sur un pavillon en toile, tandis que le rez de chaussée est occupé par les chaudières dans lesquelles on dépose celui qu'on doit sublimer. Le produit de cette opération est ce soufre en poudre impalpable, du plus beau jaune, qu'on nomme fleur de soufre, à cause de sa grande pureté. L'on moule et l'on sublime le soufre dans les raffineries de Marseille et d'Angleterre. Quant à celui qu'on extrait des pyrites, c'est encore au moyen d'une véritable distillation qui se fait dans

de dix-huit pouces de diamètre, composés de plusieurs manchons qui s'adaptaient les uns sur les autres. Ces colonnes creuses étaient garnies d'une grille serrée à leur partie inférieure, qui répondait à une chambre située sous celle où l'on fait un feu clair, dont la flamme circule sur tous les contours de ces tuyaux, qu'on remplit de minerais, et dont on bouche hermétiquement l'entrée supérieure; le soufre fondu et liquéfié devait s'écouler à travers la grille, et tomber dans des bassines remplies d'eau. Ce fourneau m'a semblé avoir de grands avantages sur les galères, surtout pour la commodité du service.

des vaisseaux clos ou en plein air. Dans le premier cas, on opère la distillation dans de grandes cornues de fer, comme à *Néricie* en *Suède*, ou dans des espèces de cornets de terre, inclinés, qui traversent des fourneaux chauffés modérément. L'extrémité la plus étroite de ces cornets communique dans des récipiens pleins d'eau, et l'entrée évasée sert à introduire les pyrites à griller.

Dans le second cas, on forme de très-grands tas pyramidaux de minerai, composés de couches alternatives de bois et de pyrites, qui brûlent pendant plusieurs mois, et quelquefois même pendant plusieurs années. Ces pyramides sont terminées par une petite esplanade sur laquelle on a ménagé des fosses où le soufre se rassemble, et où on le recueille de temps en temps avec des poches de fer. Tel est le procédé usité aux mines de cuivre de Chessy.

La formation du soufre est journalière dans les terrains volcaniques, dans les eaux thermales et dans tous les lieux où les matières animales et végétales se putréfient et se décomposent; mais c'est seulement dans cette dernière circonstance qu'il y a véritablement création, formation; car il est probable que les feux souterrains volcaniques et autres ne font que l'élaborer des corps qui le contiennent déjà tout formé; et qu'il en est de même des eaux thermales hydrosulfurées, des houillères embrasées, etc. Pendant long-

temps le soufre a été considéré comme étant un corps simple; mais on y a déjà reconnu la présence de l'hydrogène, et tout porte à croire qu'on sera bientôt éclairé sur sa véritable nature.

L'art de fabriquer la poudre à canon est celui qui emploie la plus grande quantité de soufre, car il entre pour un dixième, et quelquefois pour un cinquième dans cette composition infernale. L'on peut juger par-là de l'énorme consommation qui en a été faite depuis trente ans. Il entre aussi dans la plupart des préparations pyrophoriques qui composent nos brillans feux d'artifices (1), et dont la poudre est presque toujours la base.

Brûlé conjointement avec du nitre, le soufre donne naissance à *l'acide sulfurique* (huile de vitriol); dans cette opération, il y entre pour les neuf dixièmes, et le nitre pour un dixième seulement. Les vapeurs sont reçues dans des chambres de plomb où l'on introduit aussi de l'eau réduite en vapeur. Quant au procédé qui consiste à décomposer le sulfate de fer pour obtenir l'acide sulfurique, il s'éloigne de notre sujet; cependant on en a dit un mot en parlant des usages de ce sel. (*Voyez* sulfate de fer, vitriol de mars colcotar.)

(1) Consultez l'ouvrage de Ruggieri *sur les feux d'artifices*, 1 vol. avec fig.

Le principal usage économique du soufre est de servir à la fabrication des allumettes; à Paris, où l'on n'a point l'habitude de conserver du feu comme en province, et où il existe peu de communication entre les habitans de la même maison, l'usage du briquet et des allumettes est général : aussi la fabrication est-elle beaucoup plus importante qu'on ne le pense; et il faut avoir visité les manufactures et les magasins d'allumettes du faubourg Saint-Marcel et du cloître Sainte-Opportune, pour se former une idée de l'étendue de cette branche d'industrie. La meilleure manière de mettre le feu à une mine, et c'est aussi la seule qui soit en usage chez les mineurs allemands, est de préparer des mèches soufrées, composées de plusieurs fils de coton, enduits de cette matière fondue, et coupés ensuite à une longueur calculée sur l'espace du temps qui est nécessaire aux ouvriers pour se garer des effets de l'explosion. L'emploi de l'amadou est beaucoup moins sûr. L'un des meilleurs moyens d'étouffer le feu quand il se manifeste dans une cheminée, est de jeter une certaine quantité de soufre dans le foyer; et l'on peut avoir tant de confiance dans ce moyen, qu'il serait à désirer qu'on eût dans chaque cheminée une poignée de soufre toujours prête à jeter, au moment où l'incendie se déclare.

Les mèches que l'on emploie dans certains

pays pour purifier les vaisseaux vinaires, sont composées de rubans de fil, enduits de soufre, et parfumés avec différentes substances.

Cette vapeur suffocante qui s'échappe du soufre quand il brûle, et que les chimistes ont nommée (acide sulfureux), est employée avec le plus grand succès pour détruire les insectes qui se multiplient à l'infini dans nos maisons, et surtout dans les appartemens où l'on couche habituellement. Mais en chassant ainsi pour long-temps les puces, les punaises, les mites et les teignes, qui attaquent nos vêtemens et nos fourrures, on court le risque d'altérer la couleur des étoffes qui meublent nos maisons; il est donc prudent, avant d'exécuter ces fumigations, pour lesquelles on doit calfeutrer exactement les portes et les fenêtres, d'enlever les rideaux de soie, les tentures et les meubles de laine colorée, parce que cette vapeur a la propriété de manger la couleur des tissus; et c'est même sur cette faculté qu'est fondé l'art de détacher et de blanchir les étoffes non colorées, en les exposant à la vapeur du soufre dans des espèces de boîtes closes qu'on nomme *soufroirs*. C'est aussi en mouillant le linge blanc taché par les fruits rouges, et en l'exposant à la vapeur d'une petite quantité de soufre que l'on brûle sous l'endroit taché, que l'on parvient à le blanchir.

Lorsqu'on scelle les pierres d'appareil au

moyen de crampons de fer, on est dans l'usage de couler du plomb ou du soufre tout à l'entour des pieds de chaque crampon, afin de lier, le plus hermétiquement que faire se peut, ces attaches de fer avec les pierres. Mais le plomb s'unit difficilement au fer; il peut tenter la cupidité par sa valeur, et le soufre a l'avantage sur lui d'adhérer intimement avec le fer, et d'être infiniment moins cher : on lui reproche, il est vrai, d'attaquer ce métal à la longue, et de le convertir en vitriol, mais il ne paraît pas que l'effet en soit bien sensible, car les architectes auraient abandonné cette méthode pour donner la préférence au plomb; et nous voyons tous les jours qu'on exécute les scellemens avec le soufre, qu'on a la précaution de verser aussitôt qu'il est assez ramolli pour couler. Le soufre a la propriété de se mouler exactement sur les contours les plus délicats et sur les reliefs les plus surbaissés : aussi est-il employé par les artistes pour multiplier l'empreinte des belles pierres gravées, et pour servir de creux ou de moules aux petits objets qu'ils doivent exécuter en plâtre ou en cire. On se sert, pour les empreintes des camées et des médailles, du soufre le plus pur, ou de celui qu'on colore en rouge avec du vermillon. Le soufre, tenu pendant long-temps à l'état pâteux dans un creuset profond, et jeté ensuite dans un vase plein d'eau, conserve sa mollesse assez long-

temps, et permet qu'on s'en serve pour lever des empreintes.

A Paris, le soufre brut vaut 13 à 14 fr. le quintal.

En gros canons, 22 à 23 fr.; et en petits canons, 21 à 22 fr.

III. MINERAIS DE BITUME OU DE GOUDRON MINÉRAL.

En parlant des combustibles minéraux, qui sont si précieux à l'économie domestique et à l'industrie, j'ai cité les différentes espèces de bitumes qui filtrent à travers les roches ou qui surnagent à la surface des eaux; mais il me reste à rappeler que les houilles distillées que nous avons déjà vues produire un nouveau principe d'éclairage, fournissent, par la même opération, une substance bitumineuse analogue au goudron végétal, susceptible d'être employée aux mêmes usages, et jouissant de quelques qualités particulières.

Lord Dundonald paraît être l'inventeur de la manière d'extraire le goudron que contient la houille; il fit construire à cet effet des fourneaux en briques, dans lesquels il brûlait le combustible, et dont il recueillait les produits par des conduits fermés, recouverts de réfrigérens; et à mesure que la houille était convertie en coak,

on l'étouffait, en quelque sorte, en fermant les registres ménagés autour de cet appareil, qui diffère, comme on le voit, d'une véritable distillation, puisque la houille brûle elle-même, et que l'on ne fait que recueillir la fumée produite par la première combustion, ou celle qui est accompagnée de flammes. Faujas, qui voyageait à cette époque en Angleterre (vers 1784), frappé des avantages que l'on pouvait tirer de cette découverte, et s'étant assuré, auprès de plusieurs marins qui arrivaient de voyages lointains, que les vaisseaux spalmés ou enduits avec ce goudron étaient beaucoup moins attaqués par les vers que ceux qui le sont avec le goudron végétal, conçut l'idée d'en faire profiter sa patrie, et fit, de concert avec Buffon, au Jardin des plantes, des expériences en grand dans un fourneau analogue à celui qu'il avait vu en Ecosse, et qui contenait plus de treize milliers de houilles, que l'on renouvelait toutes les quarante-huit heures.

Ce savant naturaliste opéra sur plusieurs espèces de houilles françaises, et trouva que les charbons les plus gras et les plus collans n'étaient point cependant ceux qui produisaient la plus grande quantité de goudron; qu'au contraire celui des mines de Decize, quoique de l'espèce appelée *sèche*, en renfermait le plus abondamment : observation qui fut confirmée depuis par les expé-

riences en petit de MM. Lavoisier et Berthollet, chargés par M. de Castries, ministre de la marine, d'examiner ce nouveau goudron.

Ainsi les houilles, et surtout certaines espèces, peuvent donc être regardées comme de vrais minerais de goudron, que l'on obtient par une sorte de distillation, conjointement avec plusieurs autres produits du plus grand intérêt (1).

Depuis quelques années cette fabrication a pris une certaine consistance en Angleterre, et il est question de l'établir aussi en France. Voici quelques résultats que nous trouvons dans la Bibliothèque britannique, et qui pourront guider ceux qui voudraient s'occuper de cette branche d'industrie.

Suivant MM. Cabral de Mello et Cook de Birmingham, l'on peut retirer de la combustion de chaque quintal de houille, environ quatre à cinq livres de goudron, valant de 33 à 36 schellings le baril (à peu près 41 fr. les trois pieds cubes et demi) dont on obtient par la distillation une demi-livre d'huile volatile ou essence qui rem-

(1) Faujas, *Essai sur le goudron du charbon de terre*, sur les différens produits de ce combustible fossile, tels que le bitume solide, l'huile minérale, le naphte, l'alcali volatil, l'eau styptique propre à la préparation des cuirs, le noir de fumée, le coak ou charbon épuré, et l'*hydrogène*, *dont l'utilité n'était point connue à cette époque*. Paris, imprimerie royale, 1790; 1 vol. in-8°. Livre devenu fort rare.

place l'huile de térébenthine dans le vernis qu'on applique sur la tôle. Le résidu se rapproche beaucoup du meilleur asphalte, si même il ne l'égale pas. Par mon procédé, dit M. Cook, on pourrait tirer des diverses exploitations de houille qui sont en activité en Angleterre, plus de goudron et de brai qu'il n'en faudrait pour fournir à tous les chantiers publics ou particuliers. M. Cabral de Mello ajoute que le chaldron ou vingt-huit quintaux de houille produisent soixante livres pesant de poix (asphalte qui n'est point fluide comme le goudron), trente-deux livres d'huile volatile que l'on vend 16 guinées le quintal, et cent quatre-vingts livres de liqueur ammoniacale, dont quatorze quintaux donnent à volonté un quintal de muriate d'ammoniaque, qui vaut 16 guinées, ou un quintal de carbonate d'ammoniaque, qui en vaut 14. Or, tous ces produits proviennent d'une quantité de houille qui n'aurait été vendue en nature que 65 schellings ou 78 fr., et qui, après avoir été épurée, et avoir cédé toutes ces matières utiles, a conservé sa valeur ou en a même augmenté.

On ne saurait trop admirer les nombreuses applications de la houille : à l'économie domestique comme chauffage et éclairage, à la marine par son noir et son goudron préservateur, aux arts par les sels et les huiles volatils que l'on en retire, à l'agriculture par ses cendres végétatives, à la

métallurgie enfin par son coak, qui remplace avec tant d'avantages le charbon de bois, et qui préservera nos forêts d'un épuisement total. (*Voy.* l'Histoire des houilles, pag. 80.)

§. II. MINERAIS MÉTALLIFÈRES.

Tous les minerais métallifères, ceux d'or et de mercure exceptés, exigent une ou plusieurs fusions pour que l'on puisse en retirer les métaux qu'ils renferment.

Quelques-uns présentent le métal pur ou natif, mais c'est le plus petit nombre, car il est presque toujours combiné, soit avec l'oxygène dans les oxides, avec le soufre dans les sulfures, avec des acides dans les carbonates, les phosphates et les muriates, avec l'eau dans les hydrates, avec différens métaux dans les associations doubles ou triples, comme le mercure et l'argent, le fer-arsenical-argentifère, l'argent-antimonial-ferro-arsenifère, etc. Il suit de là, que de tous les minerais que nous avons examinés jusqu'à présent, ces derniers sont les plus longs et les plus difficiles à traiter, puisqu'il faut non-seulement leur appliquer un très-haut degré de température à une ou plusieurs reprises, mais qu'il faut encore avoir recours au jeu des affinités pour dégager les métaux de leurs minéralisateurs; c'est ce que nous aurons l'occasion d'observer

dans le courant de l'histoire de ces minerais, en traçant rapidement le mode de traitement métallurgique qui convient à chacun d'eux.

L'ordre dans lequel les métaux vont être décrits, est celui de leur plus grande utilité. Les huit premiers sont les métaux usuels, c'est-à-dire ceux qui sont journellement employés à l'état métallique; les sept autres sont moins connus, trois s'emploient à l'état de métal, les quatre derniers à l'état de l'oxide. Cette classification artificielle est au moins en harmonie avec le but et le plan de cet ouvrage.

Voici cet ordre :

1. Le fer.
2. Le plomb.
3. Le cuivre.
4. L'étain.
5. Le zinc.
6. Le mercure.
7. L'argent.
8. L'or.
9. Le platine.
10. L'antimoine.
11. Le bismuth.
12. Le cobalt.
13. L'arsenic.
14. Le chrôme.
15. Le manganèse.

I. MINERAIS DE FER.

Je ne comprendrai dans cet article que les minerais que l'on exploite et que l'on fond pour en obtenir le fer, soit à l'état de *fonte*, soit à l'état de *fer malléable*. Ceux qui fournissent le vitriol, le soufre, l'arsenic ou l'oxide de chrôme, sont renvoyés, ou ont déjà été décrits aux minerais de vitriol, de soufre, d'arsenic ou de chrôme. Ainsi, de toutes les espèces reconnues aujourd'hui par les minéralogistes dans le genre fer, je ne citerai ici que les cinq suivantes, parce que ce sont les seules que l'on exploite réellement comme minerais de fer.

1° Le fer oxidulé; 2° le fer oligiste; 3° le fer oxidé rouge; 4° le fer oxidé hydraté; 5° le fer carbonaté.

1. FER OXIDULÉ,

(*Vulgairement aimant* (1)).

Ce minerai a une forte action sur le barreau aimanté, sans qu'on ait besoin de le chauffer. Il est d'un noir brillant plus foncé que celui du fer

(1) On connaît quelques masses de minerais de fer natif, et même d'acier natif; mais ce fer malléable naturel est accidentel; tantôt il appartient aux masses qui tombent de l'atmosphère, tantôt il est le produit des incendies souterrains, et il ne peut point être considéré comme minerai.

métallique; sa poussière est d'un noir pur, sa cassure est conchoïde ou ondulée, et sa pesanteur varie de trois cents à trois cent quarante-cinq livres le pied cube.

L'action du fer oxidulé sur l'aiguille aimantée ne se manifeste souvent que par de simples attractions; mais il en existe une variété qui attire et repousse l'aiguille alternativement, suivant que l'on présente le même point d'un morceau de ce minerai à l'une ou à l'autre de ses extrémités. C'est cette variété qui porte spécialement le nom d'*aimant*, de *mine d'aimant* ou de *pierre d'aimant*.

Je nomme celui qui attire dans tous les sens, *fer oxidulé magnétique;* et celui qui a une double action, *fer oxidulé aimantaire* ou *polaire*.

Le fer oxidulé, bien caractérisé par sa forte action sur l'aiguille ou le barreau aimanté, et par la couleur noire de sa poussière, se trouve dans les terrains primordiaux, où il forme des filons, des couches, et même des montagnes entières; d'autres fois il fait partie constituante des roches, ou compose la plus grande partie de certains amas sablonneux qui semblent avoir été lavés et déposés par les mêmes courans qui les ont séparés des matières terreuses ou pierreuses qui les enveloppaient autrefois. On le trouve donc, 1° en *cristaux octaèdres* ou *dodécaèdres*, d'une régularité et d'une netteté parfaite, dont

le volume varie depuis celui d'un grain de millet jusqu'à celui d'une noix, engagés dans des roches talqueuses, brunes ou verdâtres, dont ils se séparent assez facilement, en laissant à leur place un moule en creux très-net. D'autres fois cependant, ces cristaux, et surtout les plus volumineux, présentent toujours à leur surface un enduit talqueux verdâtre qui nuit a leur netteté.

2° En *masses* compactes, granuleuses, ou écailleuses quelquefois, mais rarement fibreuses.

3° En *grains* peu volumineux, irréguliers, et formant la presque totalité de certains sables.

4° Quant au fer oxidulé aimantaire, qui agit par attraction ou répulsion sur l'aiguille aimantée, et qui enlève la limaille de fer, il est beaucoup plus rare que les variétés précédentes : on le trouve en masses compactes, dont la cassure est grenue, lithoïde ou lamelleuse, et dont la couleur varie du noir au brun, et au grisâtre, en raison des matières étrangères qui y sont mélangées. Le plus ordinairement les pôles de ce minerai sont placés dans le sein de la terre, comme ils le seraient si l'on en suspendait un fragment dans l'espace. Il y a cependant quelques exceptions à ce fait remarquable.

Les différentes variétés de ce minerai sont riches en métal; il y en a qui rendent de quatre-vingts à quatre-vingt-dix pour cent : aussi sont-elles exploitées avec avantage partout où il en

existe des quantités suffisantes. En Suède, le fer oxidulé massif fait l'objet de plusieurs exploitations importantes, parmi lesquelles on cite celle de la montagne de *Taberg*, près Jonkoping, en Smoland, qui est si abondante qu'on l'extrait à ciel ouvert; celle de l'île *d'Utoe*, qui s'exploite par tranchées inférieures au nivean de la mer; celles de *Dannemora*, en Uplande, etc. Il en existe jusqu'en Laponie, au delà du cercle polaire. Celle de *Gallivara*, dans la Laponie-Nord, est établie sur une montagne entièrement composée de ce minerai, et qui pourrait en fournir à elle seule autant que toutes les autres exploitations suédoises. Enfin, des dépôts immenses de fer oxidulé pulvérulent, s'exploitent aussi en Dalécarlie, en Smoland et en Wermeland. Ces minerais se traitent avec la plus grande facilité; et le fer qu'ils produisent peut être considéré comme de la meilleure qualité connue. Sa bonté et le bas prix auquel on peut le livrer, permettant de le transporter dans tous les pays du monde, où il soutient avantageusement la concurrence de toutes les forges qui sont voisines de la mer. On assure que les usines de la *Laponie de Lutea* expédient leur fer par des caravanes de petits traîneaux tirés par des rennes, dont trente, à la suite les uns des autres, n'ont qu'un seul homme pour conducteur.

La richesse du minerai, l'abondance des bois,

la facilité des transports et la bonne qualité des produits, tout semble concourir à la prospérité de ces établissemens du Nord.

C'est avec ce fer de Suède que les Anglais fabriquent leur excellent acier.

A *Cogne* et à *Traverselle*, en Piémont, l'on exploite un minerai semblable à ceux de Suède, et formant, comme eux, des couches très-puissantes.

Dans le royaume de Naples, sur les bords de la mer, on exploite un sable presque entièrement composé de grains de fer oxidulé noir, que l'on traite à la forge catalane d'Avellino.

Enfin ce minerai, qui est très-rare en France, où il ne forme l'objet d'aucune exploitation, se trouve dans plusieurs parties de la Sibérie. Sa variété polaire est même exploitée pour alimenter la fonderie de *Nichuo-Taliskoi-Savod;* elle forme à elle seule une montagne assez considérable, nommée *Wisso-Kogorskoi-Magnitnoi-Rudnik*, que des Wogules ou Vogouls découvrirent en 1702 : c'est de cette mine que sont sorties les deux masses d'aimant qui servent d'autels dans l'église de Nichno-Tagilskoi-Savod (Macquart). Le fer oxidulé abonde au Brésil, dans la capitainerie de *Minas-Geraes*, et il existe aussi dans plusieurs parties de l'Inde, à la Chine, dans le royaume de Siam, etc.

2. FER OLIGISTE,

(*Vulgairement fer de l'île d'Elbe*).

La couleur de ce minerai est le gris d'acier, il en a quelquefois même le brillant éclat; mais quelle que soit l'intensité de la couleur de sa masse, la poussière que l'on obtient en l'écrasant, présente toujours une teinte de brun rouge, qui devient beaucoup plus sensible quand on en frotte le papier blanc. Jusque-là, les caractères distinctifs entre ce minerai et le précédent, sont peu tranchés; mais l'action du fer oligiste est si faible sur le barreau aimanté en comparaison de celle du fer oxidulé, il faut l'approcher tellement près des aiguilles fortement aimantées, que cette différence est assez marquée pour servir de caractère distinctif : de plus, il n'enlève jamais la limaille de fer, et n'offre point le magnétisme polaire, qui est si marqué dans une des variétés de la précédente espèce.

Le fer oligiste est assez dur pour rayer le verre, il s'écrase difficilement, crie sous le pilon, et sa pesanteur spécifique varie de trois cent cinquante à trois cent soixante-quatre livres le pied cube.

Ce minerai, qui rend de soixante à quatre-vingts, se présente le plus ordinairement en masses compactes, dont la cassure est quelquefois lamelleuse; il forme à lui seul des couches exces-

sivement puissantes, et même des montagnes entières, qui sont criblées d'une multitude de fissures ou de cavités tapissées de cristaux plus ou moins volumineux, d'un brillant d'acier bruni, relevé des plus riches couleurs de l'iris. Ces cristaux, si connus sous le nom de fer de l'île d'Elbe, dérivent d'une forme rhomboïdale, difficile à discerner à travers les nombreuses facettes dont ils sont recouverts; mais cette complication même, leur apparence lamelleuse et l'éclat de leur surface, les distinguent suffisamment des cristaux de fer oxidulé, qui sont simples, ternes et noirs.

Les exploitations de l'île d'Elbe qui présentent les plus beaux échantillons cristallisés de cette espèce, sont fameuses; depuis dix-huit siècles, au temps de Virgile, elles méritaient déjà le surnom d'inépuisables, et cette île se nommait alors *Ilva*. Aujourd'hui ces mines sont encore excessivement riches, et l'on y distingue les exploitations de *Rio* et de *Terra-Nuova*. Elles produisent, année commune, cent trente-deux mille quintaux métriques de minerai, qui sont transportés et fondus dans les usines de Toscane, des Etats romains, de la Ligurie et du royaume de Naples.

Ce même fer oligiste, compacte, existe aussi à Framont dans les Vosges, et occupe deux cents mineurs pour son exploitation. Il s'en trouve également en Corse, en Saxe, en Bohême, en Suède,

en Hongrie et en Sibérie; partout où il se trouve en quantité suffisante, on l'exploite et on le traite avec le plus grand avantage.

Enfin on en rencontre de sublimé dans quelques pays volcaniques brûlans ou éteints; mais comme il ne s'y présente ordinairement que sous la forme de lames brillantes et isolées, on ne le recherche que pour l'ornement des collections minéralogiques. Stromboli, la Guadeloupe, et quelques laves des volcans éteints de l'Auvergne, fournissent les plus beaux échantillons de ce fer oligiste volcanique, qui ressemble à des lames d'acier parfaitement polies, mais qui se brisent facilement entre les doigts. Les minéralogistes le nomment *fer oligiste spéculaire*, parce qu'il répète les objets à la manière des miroirs. Ils nomment aussi *fer oligiste écailleux*, une variété de cette espèce qui s'attache à la peau sous la forme d'un enduit brillant, et dont les Arabes et les autres habitans de l'Egypte se servent contre les maux d'yeux.

3. FER OXIDÉ ROUGE,

(*Vulgairement hématite*).

L'aspect terreux et la couleur rouge de ce minerai, ou au moins de sa poussière, suffisent pour le caractériser et pour le distinguer des précédentes espèces. Cependant, comme il présente

un assez grand nombre de variétés, et que les hématites conservent un reste d'éclat, il faut ajouter que ces minerais n'agissent nullement sur l'aiguille aimantée avant d'avoir été grillés, et qu'ils noircissent ou brunissent assez promptement au feu. Voici la liste des variétés que l'on exploite comme minerais.

1° *Fer oxidé rouge hématite.* Sa couleur de foie, jointe à une espèce de brillant métallique, sa texture ligneuse, en quelque sorte, qui lui permet de se briser à la manière du bois, ou qui lui donne un aspect soyeux et rayonné, feront facilement reconnaître cette variété, dont la poussière est d'un rouge sombre, et dont la forme extérieure est assez souvent mamelonnée, fusiforme, concrétionnée, sous les figures de petites stalactites, etc.

Ce minerai, qui donne jusqu'à soixante de fer pour cent, et dont la fonte est excellente, se trouve rarement en France; on n'en cite guère qu'à Baigorry, dans les Basses-Pyrénées; mais on l'exploite en Allemagne, au Hartz, en Silésie, en Angleterre, etc.

2° *Fer oxidé rouge compacte.* La couleur de ce minerai passe du gris de fer au rouge foncé; le plus petit choc le tache en rouge; sa cassure est plus souvent unie qu'ondulée; il est compacte dans son intérieur, et assez difficile à briser; cet oxide se présente en filons ou en couches d'une

grande étendue et d'une forte épaisseur : il est excessivement lourd.

Le plus beau gîte de ce minerai fut découvert en France par Faujas, en 1788, près de la petite ville de *la Voute*, sur la rive droite du Rhône, département de l'Ardèche. Il a rendu près de cinquante pour cent à l'essai fait en grand, et soixante-dix, par la voie humide. On s'occupe enfin à traiter cet excellent minerai dans un nouvel établissement situé à Vienne, département de l'Isère.

3° *Fer oxidé rouge ocreux.* Ce minerai est d'un rouge très-vif; il est tendre; son aspect est terne et terreux; il tache fortement les doigts, trace sur le papier, ne fait ni pâte avec l'eau, ni effervescence avec les acides, et se distingue par-là des *terres ocreuses* auxquelles il passe, cependant, par des nuances insensibles. Cet oxide ne se trouve point en assez grande quantité pour faire l'objet d'aucune exploitation; mais comme il accompagne presque toujours les minerais de fer oligiste, d'hématites, ou d'oxide rouge compactes; que le fer qu'il donne est excellent, on le traite conjointement avec eux, et il en augmente et en bonifie les produits. L'on reviendra sur cet oxide rouge, en traitant des substances qui servent à polir les corps, parce qu'il jouit de cette propriété quand il a été lavé et convenablement préparé.

4. FER OXIDÉ HYDRATÉ BRUN.

La couleur jaune est aussi constante dans cette espèce que le rouge l'est dans la précédente. Il suffit de frapper dessus ou d'en pulvériser un fragment pour développer cette teinte, même dans les variétés dont l'extérieur est d'un noir velouté. Ce caractère saillant suffit à la détermination de cette espèce, qui n'agit sur le barreau aimanté qu'après avoir été grillée et avoir changé sa couleur brune ou jaunâtre en une teinte plus ou moins rougeâtre.

Ce minerai, qui diffère chimiquement du précédent par la présence d'une grande quantité d'eau qui n'est pas seulement interposée, mais intimement combinée avec lui, dans la proportion de huit, dix ou quinze pour cent, ainsi que l'ont reconnu MM. Sage, Proust, Berthier, Descotils et Daubuisson; cet hydrate enfin présente à peu près les mêmes variétés que le fer oxidé rouge; plus une foule d'autres sous-variétés auxquelles on avait attaché beaucoup plus d'importance qu'elles n'en méritent. Voici les principales, ou du moins celles qui sont exploitées.

1° *Fer hydraté hématite.*

Un peu moins dur que l'hématite rouge, donnant une poussière brune, offrant une espèce de vernis noir, luisant ou irisé à sa surface;

mais ayant du reste la même structure que le fer oxidé rouge hématite, et présentant, comme lui, des formes mamelonnées et des figures imitatives qui ressemblent parfaitement à celles d'une poix coulante qui se serait coagulée en dégouttant. Ce minerai se trouve plus particulièrement dans le terrain primitif, mais non pas exclusivement. Il est très-facile à fondre, rend quarante à cinquante de fer, donne souvent de l'acier naturel, et presque toujours de la fonte médiocre.

On le trouve beaucoup plus communément en France que l'oxide rouge hématite, et il accompagne très-souvent le fer carbonaté spathique. On l'exploite à Articol en Dauphiné, à Rancié dans l'Arriège, et dans les Pyrénées.

2° *Fer hydraté compacte.*

Sa couleur est d'un brun foncé; sa surface est quelquefois rougeâtre, mais sa poussière est constamment jaune. Il a du reste tous les caractères de la précédente variété, à l'exception de sa texture, qui est compacte et jamais fibreuse.

Ce minerai est très-commun; il se présente en couches assez puissantes, et donne un produit moyen à la fonte.

3° *Fer hydraté géodique ou œtite. (Vulgairement pierre d'aigle)*

Ce singulier minerai se présente sous la forme de petites masses ovoïdes, sphéroïdales, elliptiques, ou en parallélipipèdes, dont les arêtes et les angles sont obtus; sa surface est brune et finement granuleuse; lorsque l'on casse les œtites, on remarque que leur intérieur est composé de couches concentriques, qui vont toujours en diminuant de consistance à mesure qu'on approche du centre qui est souvent creux, friable, ou occupé par un noyau mobile qui résonne quand on agite la pierre avant de la briser.

Ces petites masses ferrugineuses, nommées dans les anciens auteurs *œtites* ou *pierres d'aigle*, étaient considérées comme étant douées de plusieurs propriétés merveilleuses, et faisaient partie des amulettes; aujourd'hui on ne leur accorde point d'autres vertus que celle de produire d'assez bon fer, quand on les rencontre en quantités suffisantes pour être exploitées et fondues. Il en existe des bancs assez épais dans certains terrains secondaires, comme à *Trévoux*, à *Thais*, à *Wehrau* en Saxe, etc.

4° *Fer hydraté granuleux. (Vulgairement mine de fer en grains.)*

Ce minerai est composé de la réunion d'une immense quantité de globules assez exactement sphériques, dont l'extérieur est brun compacte, à cassure luisante, et dont le centre est ordinairement terreux; ces petites oetites varient de grosseur depuis le volume d'une chevrotine jusqu'à celui d'un grain de chanvre : il y en a même de beaucoup plus petites; mais alors ces grains sont aplatis, et ressemblent assez bien à la poudre de chasse; aussi a-t-on proposé d'expliquer leur formation par un tournoiement qui les aurait granulés, à la manière de la poudre, et cette façon leur eût été donnée au milieu des eaux.

Les sous-variétés du fer hydraté granuleux sont très-communes en France; on les trouve dans les terrains secondaires, formant des couches, ou remplissant des fentes et de vastes cavités qui existent dans les montagnes calcaires; elles contiennent assez souvent des coquilles fossiles. Ce sont elles qui alimentent les usines de la Normandie, du Berry, de la Bourgogne, et, entre autres, la magnifique fonderie de Creuzot. Leur extraction est facile et peu coûteuse, leur traitement l'est aussi; mais le fer, qu'elles produisent en assez petite quantité, est souvent très-fragile et cassant à froid; ce que l'on attribue à

une certaine dose de phosphore qui serait contenue dans ces minerais; et qui aurait été produite par les corps organisés dont ils renferment les débris. Au reste ce défaut n'est point général, car le fer du Berry, qui provient en grande partie de ces minerais, est d'une excellente qualité.

5° *Fer hydraté limoneux.* (*Vulgairement mine des marais.*)

Ce minerai, d'un brun jaunâtre approchant de la couleur de rouille, n'est jamais compacte; il est mélangé à différentes matières terreuses qui le font passer successivement, et dans quelques parties seulement, à l'état d'hydrate compacte, ocreux, etc. Il se présente assez généralement sous la forme de masses tuberculeuses ou tout-à-fait irrégulières, dont la structure interne présente une multitude de cavités ou de zones sinueuses, compactes, qui enveloppent du fer ocreux.

C'est à cette variété que se rapporte le fer hydraté figuré de Dworetzkoi, près des forges de Pchofkoi en Sibérie, qui est ordinairement composé de racines entassées pêle-mêle, de feuilles de bouleau, de troncs, de racines et de branches recouvertes encore de leur épiderme satiné; le tout changé en minerai de fer assez dur, quelquefois irisé ou recouvert d'hématite brun. Il existe une exploitation sur un minerai semblable à *Orbissan* en Bohême.

Le fer que donne ce minerai de très-moderne formation, est souvent cassant à froid, ce que l'on attribue à la présence du phosphate de fer nommé *sidérite*, dont ces minerais seraient pénétrés, en raison des corps organisés dont ils conservent les débris. On trouve cet hydrate de fer, que l'on nomme aussi *mine de marais* ou *tourbe minéralisée*, dans le nord de l'Europe, comme en Sibérie, en Courlande, en Livonie, etc. On n'en cite point dans les contrées méridionales de cette partie du monde.

5. FER CARBONATÉ.

Cette espèce de minerai renferme deux variétés tellement différentes l'une de l'autre, qu'elles demandent à être caractérisées séparément : la première est l'ancien fer spathique, connu sous le nom de mine d'acier.

La seconde est un minerai compacte et lithoïde, que l'on trouve ordinairement dans les mêmes terrains qui renferment la houille, et qui n'a aucune ressemblance extérieure avec la précédente variété.

1° *Fer carbonaté spathique (Vulgairement mine d'acier.)*

Ce minerai ne peut être confondu avec aucun de ceux qui viennent de nous occuper, puisqu'il a un aspect et une contexture qui lui est propre et qui est très-remarquable.

Sa structure est lamelleuse, brillante et souvent rhomboïdale comme celle de la chaux carbonatée spathique ; sa couleur, au moment où il sort de la mine, est le gris jaunâtre ou le jaune isabelle; mais il devient beaucoup plus foncé à l'air, et passe insensiblement au brun-rouge ou à la couleur marron. Il éprouve le même changement quand on le grille sur les charbons ardens, en même temps qu'il devient fortement attirable à l'aimant, propriété dont il est privé dans l'état naturel. Enfin il ne fait qu'une légère effervescence dans l'acide nitrique, mais il y acquiert aussi la couleur brune ; sa pesanteur spécifique est d'environ deux cent cinquante-sept livres le pied cube.

Ce minerai est essentiellement composé d'oxide de fer au minimum et d'acide carbonique, mais il renferme presque toujours de la chaux, du manganèse et de la magnésie, qui font varier ses bonnes qualités et qui modifient quelquefois son traitement. Voici l'analyse de ceux que l'on exploite à Baigorry, dans les Basses-Pyrénées, et à Allevard, dans l'Isère :

Analyse du fer carbonaté spathique de Baigorry, par Drappier.

Oxide de fer.	0,61
Magnésie.	0,05
Acide carbonique et perte.	0,34
	1,00

De celui d'Allevard, par Descotils.

Oxide de fer.	0,505
Chaux.	0,005
Magnésie.	0,020
Manganèse.	0,010
Acide carbonique et perte	0,345
	0,885

Le fer carbonaté se trouve souvent en cristaux réguliers, et les minéralogistes ont remarqué que, non-seulement il se casse en rhomboïdes parfaitement semblables à celui de la chaux carbonatée, mais qu'il présente aussi les mêmes formes secondaires que cette substance terreuse. Quant aux variétés de contexture qui intéressent tout autrement les exploitans, et surtout les fondeurs, on distingue :

A. Le fer carbonaté spathique à grandes lames, ou facettes, qui sont planes, curvilignes ou contournées, et dont la couleur est extrêmement variable : les mineurs dauphinois nomment cette variété *minerais maillats*.

B. Fer carbonaté spathique à petites lames; il ne diffère des maillats que par l'étendue de ses facettes, et se confond nécessairement avec eux : les mineurs d'Allevard le nomment *minerais rives*.

C. Quand les minerais renferment de grandes et petites facettes, ils prennent le nom de *rives orgueilleux*.

D. Enfin, quand ces différentes variétés ont été exposées long-temps à l'action de l'air et des météores, qu'elles sont devenues brunes ou noires, elles prennent, en Dauphiné et dans les Pyrénées, le surnom de *mines douces.*

Le fer spathique se trouve en amas ou en filons puissans, dans les terrains primitifs et surtout dans les montagnes qui sont composées de cette roche feuilletée et micacée, que l'on nomme *gneiss.* Il est souvent associé au fer sulfuré, au cuivre pyriteux, au cuivre gris, au quarz, etc.; c'est un minerai riche et recherché, parce qu'il donne directement de l'acier et qu'il est facile à fondre. C'est lui qui se prête le mieux au traitement *à la catalane*, méthode qui réunit l'économie du temps et du combustible au plus haut degré : j'en dirai un mot en parlant rapidement de la fonte des minerais de fer en général; mais, avant de terminer l'histoire de cette substance, je dois dire qu'il résulte d'un très-beau travail de M. l'ingénieur Gueymard, sur les minerais d'Allevard, que la présence de la magnésie paraît être la cause qui s'oppose au traitement de certaines variétés de ce minerai à la forge catalane; que ce sont particulièrement les *maillats* ou les minerais à grandes facettes qui se refusent jusqu'à présent à ce traitement économique, et que ce sont eux effectivement qui contiennent cette terre en plus grande quantité, tandis que les mines douces

qui sont situées dans les montagnes, à la partie la plus voisine du jour, ou qui résultent d'une longue exposition à l'air, sont les minerais par excellence, parce qu'ils ont probablement perdu la magnésie qui se serait opposée à leur traitement.

M. Gueymard, qui a introduit dans son département l'excellente méthode catalane en remplacement d'un mode ancien et vicieux, ne présente cette idée que comme une probabilité et avec le doute qui est le cachet de l'expérience et du mérite; il est appuyée cependant de l'opinion de Descotils, qui attribuait aussi à la magnésie les mauvaises qualités de certains fers spathiques.

Le fer carbonaté spathique n'est point aussi répandu dans la nature qu'on pourrait le souhaiter; cependant on en exploite, en France, de nombreux filons dans les environs de Baigorry, département des Basses-Pyrénées, pour le service des forges à la catalane, établies dans les départemens voisins.

A Allevard, près Grenoble, département de l'Isère, deux cents mineurs sont occupés à l'extraction de ce minerai, dont le fer, propre à la fabrication de l'acier, alimente l'importante aciérie de Rives, même département.

En Styrie et en Carinthie, ce minerai se présente en amas et en filons très-puissans, et forme même des montagnes entières, comme à *Eisen-*

erz et à *Erzberg*. C'est de lui que proviennent les bons aciers qui nous arrivent de ces contrées, et qui servent à fabriquer les faux que nous sommes parvenus à imiter en France, de manière à les remplacer complétement.

Dans le pays de Berg, on exploite un amas énorme de ce minerai, connu sous le nom de *stahlberg*. Enfin l'on en connaît aussi au Hartz et en Sibérie; dans tous les lieux où il abonde, il devient toujours la base des meilleures manufactures où l'acier est travaillé comme matière première.

2° *Fer carbonaté terreux ou lithoïde.*

Ce minerai ressemble tantôt à du calcaire compacte, et tantôt à des argiles endurcies grisâtres, souvent aussi ce n'est qu'un grès psammite imprégné de ce carbonate de fer. Sa grande pesanteur, la couleur d'un brun-rouge qu'il acquiert au feu, la faculté d'attirer fortement le barreau aimanté, et de s'attacher à lui quand il a été grillé et pulvérisé, sont des caractères bien suffisans pour le faire reconnaître. On peut ajouter encore que ce minerai se trouve constamment dans les terrains houillers, au milieu des psammites, des argiles schisteuses, ou de la houille elle-même; qu'il y forme des masses polyédriques isolées, ou des couches continues, composées de la réunion de masses carrées cuboïdes ou

polyédriques, dont les angles et les arêtes sont obtus, et qui sont composées de couches concentriques qui se détachent en calottes, et qui deviennent d'autant plus minces et d'autant moins fragiles, qu'elles approchent du centre de la masse, qui est ordinairement occupé par le fer carbonaté lithoïde gris; tandis que les couches extérieures sont d'un roux plus ou moins foncé. Ce noyau est excessivement tenace, quoique sa dureté ne soit pas très-considérable. On remarquera que la couleur de rouille n'est que le produit de l'altération causée par l'air, et qu'à une certaine profondeur dans la terre, le fer carbonaté est simplement grisâtre ou noirâtre quand il est pénétré de bitume. Il renferme souvent des empreintes de fougères, des moules de coquilles et des poissons fossiles; ces derniers sont assez rares.

Cette couleur grise, cet aspect pierreux qui le distinguait à peine du psammite micacé, le défaut de renseignemens sur l'emploi que l'on en faisait dans d'autres pays, ont contribué à faire négliger ce minerai en France jusqu'à ce jour; et cependant depuis que l'on s'est assuré que les Anglais en font un usage presque exclusif; qu'on l'a reconnu dans le minerai qui alimente l'établissement de Geiserslautern, tous les minéralogistes l'ont trouvé dans la plupart des houillères de France, et en telle abondance, que l'on peut

espérer de voir s'élever, sous peu d'années, à Saint-Etienne et ailleurs, des établissemens à l'anglaise, où le minerai, le combustible et les procédés, seront semblables à ce que l'Angleterre peut offrir de plus parfait en ce genre. M. Gallois, qui a réellement fixé l'attention des Français sur ce minerai précieux, sous le rapport de son association constante avec le combustible qui doit servir à son traitement métallurgique, distingue les sous-variétés suivantes :

A. *Fer carbonaté lithoïde siliceux.* C'est un grès micacé, ou plutôt un psammite plus ou moins imprégné de minerai.

B. *Compacte* gris de fumée, bleuâtre ou brunâtre.

C. *Compacte bitumineux*, ordinairement empâté au milieu de la houille, et souvent combustible.

D. *Schisteux* très-combustible, noir, nuancé de brun. Variété qui n'est encore exploitée qu'à Calder, en Ecosse.

E. *Xyloïde*, ou ayant pris la place de troncs d'arbres, dont il a remplacé la fibre, et qui ne portent que l'empreinte de leur écorce. Ces écorces, en forme d'étuis ovales, sont toujours comprimées (1) et changées en houille luisante.

(1) Ne pourrait-on pas faire remarquer que la plupart de ces végétaux, dont l'intérieur a disparu, ont appartenu à des classes dont la tige est vide en tout ou en partie, ou du moins très-

F. *Phosphorifère.* Cette variété n'a malheureusement aucun caractère distinctif extérieur ; elle se présente sous toutes les formes précédentes : mais il est essentiel de la signaler, puisque le fer qu'elle produit est toujours aigre, et cassant à froid. Il est malheureux que les chimistes n'aient point encore trouvé un moyen plus simple de s'assurer de la présence du phosphore que celui que l'on a indiqué, et qui exige un laboratoire, des réactifs, et surtout l'habitude des analyses qui n'est pas donnée à tous les maîtres de forge que ce sujet intéresse particulièrement.

Ces minerais nouveaux pour la France, sont moins recommandables par leur richesse que par leur gissement, car, jusqu'à présent, le maximum du métal qu'ils ont rendu, a été de trente-sept pour cent ; et l'on voit, par ce qui précède, que le fer qui en provient, est quelquefois aigre et même intraitable.

M. Berthier, à qui l'on doit une suite d'analyses de ce fer carbonaté, l'a trouvé dans un

poreuse vers le centre, comme les graminées, les palmiers, et tous les monocotylédones. Si cela était ainsi, il ne faudrait plus s'étonner que la matière pierreuse ait hermétiquement rempli ces espèces d'étuis, comme cela est arrivé aux coquilles bivalves les mieux closes ; mais on objecte à cette explication que ces tubes ou étuis sont partagés transversalement par des cloisons dont on ne retrouve plus aucune trace, et qui existent cependant lorsque ces végétaux sont à l'état frais.

amas d'ocre, que l'on exploite aux environs d'Auxerre, et qui n'a rien de commun avec le terrain houiller. M. Gallois, en faisant observer que ce minerai passe à l'état de fer hydraté par suite de son altération, dit qu'il est assez vraisemblable que plusieurs de ces hydrates lui doivent leur existence (1).

Le fer carbonaté lithoïde, je le répète, se trouve dans tous les terrains houillers proprement dits, dans ceux qui sont caractérisés par le psammite, et qui renferment des schistes impressionnés. Depuis long-temps les Anglais en font usage, et il était également employé dans le Palatinat, lorsque cette province fut envahie et conquise par les armées françaises : c'est même de cette époque que date les premières notions qui nous ont éclairé sur la nature de ce minerai. On s'occupe sérieusement aujourd'hui d'utiliser en France ce minerai, qui s'y trouve avec tout autant d'abondance qu'en Angleterre.

Tels sont les minerais que l'on exploite pour en retirer le fer, d'abord à l'état de fonte, ensuite

(1) J'ai trouvé plusieurs couches de fer carbonaté dans les terrains houillers de la Dordogne ; mais j'en ai rencontré des masses isolées dont l'extérieur était changé en *oxide rouge*, tandis que le centre était encore gris et solide : ainsi la décomposition ne le fait pas toujours passer à l'état d'hydrate.

à l'état de fer forgé, ou d'acier. Je ne dois point entrer dans les détails métallurgiques qui constituent le traitement de ces minerais, car ce vaste sujet m'entraînerait bien loin des limites de cet ouvrage; mais comme j'ai déjà tracé rapidement celui des sels et des combustibles, et que je crois devoir donner des notions sur les substances utiles que l'on retire des minerais qui les renferment, puisqu'il arrive assez souvent que le sel, le combustible ou le métal, existent tout formés dans leur minerai, l'histoire des métaux devient inséparable de celle de leurs minerais, et l'on ne peut guère se dispenser d'indiquer au moins les principaux moyens que l'on emploie pour les amener à l'état où nos besoins les exigent. Je dirai donc, après nombre d'auteurs, et pour la centième fois peut-être, que la fabrication du fer forgé se divise en trois époques (1): dans la première on

(1) L'essai en petit doit toujours précéder tout établissement pour la fabrication du fer. Voici le moyen que j'emploie, et qui m'a été communiqué par M. de Miremont.

EXEMPLE.

Essai du fer hydraté de Sainte-Hélène en Savoie.

Minerai grillé devenu rouge	12,0 gram.
Chaux carbonatée (pierre calcaire)	2,0
Charbon pulvérisé	3,0
Silice	1,8
	18,0

Produit: 6 de fonte blanche, ou 50 pour 100.

prépare le minerai à la fonte par des *lavages*, s'il est mélangé de matières terreuses, réfractaires ou stériles : tels sont particulièrement les hydrates granuleux et limoneux.

Par des *grillages* plus ou moins prolongés, suivant qu'il s'agit de chasser le soufre ou l'arsenic qu'ils contiennent, ou simplement de les rendre plus friables et plus faciles à fondre : tels sont généralement les minerais en roches.

Par une espèce de *rouissage* ou une longue exposition à l'air, qui a pour but d'enlever la magnésie que les fers carbonatés spathiques renferment quelquefois, et qui nuit infiniment à la qualité du fer qui en provient.

Le *lavage* s'exécute à l'eau courante, ou dans des auges où les minerais sont agités et brassés par des hommes ou par des machines mues par l'eau.

Le *grillage* s'exécute avec du bois et en plein air, ou avec de la houille, que l'on convertit en même temps en coak. Ce moyen économique est usité à la fonderie de Caron, en Ecosse.

Le *rouissage* a lieu dans des fosses creusées dans la terre, etc.

Dans la seconde époque, on opère le fondage

On fait varier la quantité de chaux, de silice et de charbon, en raison de la quantité du minerai ; on arrive à la proportion convenable par le tâtonnement. Cet essai se fait dans un creuset de Hesse, à la forge ordinaire ou au fourneau à vent.

de ces minerais ainsi préparés, et amenés par le grillage à l'état d'oxide; là il se passe deux opérations assez distinctes : 1° la réduction de l'oxide en métal ; 2° la séparation des matières terreuses qui coulent sous forme de scories, tandis que la substance métallique, spécifiquement plus pesante, tend toujours à se réunir dans la partie la plus inférieure du fourneau où l'on opère cette fusion.

Pour atteindre ce double but, on fond ordinairement les minerais de fer dans des fourneaux très-élevés, qui sont des espèces de pyramides creuses; et c'est dans leur vide que l'on jette le minerai et le charbon, de manière que l'un se trouve en contact avec l'autre, et que le charbon, en s'emparant de l'oxygène du minerai, le réduit à l'état de métal, non pas pur, comme on le verra bientôt, mais déjà propre à une multitude d'usages. Ces grands appareils de fonte, que l'on nomme *hauts fourneaux*, parce qu'en effet leur élévation est souvent assez considérable (jusqu'à soixante pieds), sont animés par le jeu d'une grande soufflerie qui met toute la colonne de charbon et de minerai en combustion, et qui projette les flammes beaucoup au-dessus de l'orifice supérieur par lequel on charge alternativement le minerai, le combustible et le fondant.

Le laboratoire de ces fourneaux, qui sert également de foyer, se divise en deux parties iné-

gales : 1° le creuset, qui occupe la partie la plus inférieure, dans lequel le métal se rassemble; et 2° la cuve, qui le surmonte, dont la forme est celle d'un ellipsoïde très-allongé vers le haut, ou de deux cônes opposés base à base, dont le premier est infiniment plus long que l'inférieur. Les soufflets agissent vers la partie supérieure du creuset, et c'est dans la cuve que se prépare la fusion; car on conçoit qu'une colonne de minerai de soixante pieds de hauteur est long-temps exposée à la chaleur avant d'être arrivée au niveau de la tuyère, où la fusion et surtout la séparation du métal et des scories s'opèrent : aussi ce simple passage du minerai dans toute la hauteur de la cuve, et le séjour qu'il est forcé d'y faire, remplace-t-il quelquefois le grillage en plein air. Les fourneaux anglais, dans lesquels on traite le minerai de fer avec le charbon de houille ou coak, sont beaucoup plus élevés que ceux qui sont alimentés par le charbon de bois; ces derniers n'ont quelquefois que quinze pieds. Tous ces fourneaux sont construits d'une manière très-solide, non-seulement en bonne maçonnerie armée de clefs et de tirans de fer, mais quelquefois revêtus de tables en fonte, accrochées les unes aux autres. Quant à l'intérieur, il est ordinairement doublé d'une chemise en briques réfractaires, et quelquefois en pierres capables de résister au feu.

Pendant la marche du travail, et quand le fourneau est en bon train, les scories s'écoulent continuellement par une ouverture qui se trouve au bord supérieur du creuset; les soufflets jouent continuellement, et versent une quantité prodigieuse d'air qui pénètre dans l'intérieur par une ou plusieurs ouvertures; la colonne de minerai s'affaisse à mesure que la fusion s'opère; l'on charge régulièrement par le haut, en versant des mesures alternatives de charbon, de minerai, d'*herbue* ou de *castine*, suivant la nature du minerai lui-même; car l'*herbue* est une argile, et la *castine* est une pierre calcaire : or la première convient aux minerais calcaires, et la seconde aux minerais argileux. Lorsque le creuset est plein de fonte et qu'elle commence à déborder avec les scories, on se prépare à faire la coulée, c'est-à-dire, à déboucher le creuset par un trou que l'on a ménagé vers son fond, et qui n'est bouché qu'avec de la terre grasse et du charbon pilé (de la brasque); aussitôt la fonte s'écoule et va remplir, soit les moules que l'on a préparés pour la recevoir, soit un simple sillon tracé dans le sol de la fonderie, et dont on a parfaitement séché et battu les parois. Voilà le résultat de la seconde époque du traitement, ou la conversion du minerai en fonte.

Quant à la troisième, elle a pour but d'amener la fonte à l'état de fer proprement dit; elle con-

siste à liquéfier la fonte de nouveau, dans un fourneau qui ressemble à une forge ordinaire, mais dans lequel on pratique une cavité ou creuset brasqué, destiné à contenir la matière fondue. Lorsque le bain de fonte est formé à l'aide du charbon de bois et du jeu des soufflets, dont le vent est dirigé de manière à plonger dans son intérieur, on ne tarde pas, en remuant continuellement cette fonte liquide, à sentir des grumeaux dont le nombre et la grosseur augmentent, et que l'on s'efforce à rassembler en une seule masse; c'est le fer qui commence à se former à mesure que l'oxygène contenu dans la fonte est absorbé par la combustion du carbone qu'elle contient aussi. Alors la fonte passe à l'état de fer, qui, étant moins fusible qu'elle, se coagule au milieu du bain, et finit par former une masse assez volumineuse que l'on nomme *loupe*. C'est ce paquet de fer, encore informé et boursouflé, que l'on roule sur le sol de l'atelier, et que l'on commence à rapprocher à grands coups de marteaux, que l'on porte pendant qu'il est encore rouge, sous un martinet du poids de mille à douze cents livres, qui est mu par l'eau, et qui frappe sur une enclume énorme. Ici, la loupe reçoit une première forme, et est reportée au feu pour être cinglée de nouveau, et amenée, au bout de la troisième chaude, à l'état de gros fer carré. Tel est, très en abrégé, le procédé commun de l'affinage de la

gueuse et de la fabrication du fer. Des procédés supérieurs ayant été introduits dans cet art difficile, ne doivent point être omis.

1° Lorsque l'on est assez heureux pour posséder un minerai riche et facile à fondre, tel que certaines hématites, et surtout le fer carbonaté spathique, on peut obtenir du fer métallique du premier feu, c'est-à-dire éviter tout le travail qui a pour but de changer le minerai en fonte, puisque l'on peut traiter directement le minerai à la même forge où l'on affine ordinairement la fonte. Ce procédé économique, et pour le temps et pour le combustible, est usité depuis long-temps en Catalogne, dans les Pyrénées et dans le département de l'Arriège : il s'appelle *fonte à la catalane*. Au lieu de placer des morceaux de fonte dans le creuset de la forge, on y jette le minerai; il s'y fond bientôt, et l'on retire du bain des loupes de fer que l'on cingle, et que l'on étire en barres sous le martinet. M. Gueymard, qui vient d'introduire cette méthode dans les usines d'Allevard, assure que quatre ouvriers, qui sont relevés de six en six heures, fabriquent, terme moyen, quinze quintaux de fer par jour, ou quatre-vingt-dix quintaux par semaine, dont le prix de manutention peut être évalué à 4 francs par quintal.

2° L'on affine la fonte en Angleterre avec le même combustible qui sert à fondre le minerai, c'est-à-dire avec de la houille; mais ce procédé exige

des manipulations tout-à-fait différentes de celles que l'on vient d'indiquer. La méthode de MM. Cort et Purnell consistait à faire subir à la fonte une première fusion dans les affineries ordinaires, chauffées avec de la houille épurée; cette opération la dispose à l'affinage, en la faisant passer à l'état de fonte blanche. Réduite en petites masses, on la place alors sur l'autel ou la murette d'un four à réverbère incliné, que l'on chauffe à la houille crue. Bientôt la matière se liquéfie, forme un bain sur le sol du fourneau; le carbone brûle à sa surface avec une flamme bleue; on y jette du sable à plusieurs reprises, pour que les scories se forment plus facilement; le fer commence à se coaguler, à former des loupes que l'on étire sous le martinet ou entre des cylindres cannelés, dont les hoches vont en diminuant de diamètre, de sorte que ces espèces de laminoirs produisent, d'une manière très-accélérée, des fers de petit échantillon qui auraient exigé, par les procédés ordinaires, un travail long et une grande consommation de combustible. L'affinage à la houille et l'étirage au cylindre sont maintenant introduits en France et se pratiquent journellement à Vienne en Dauphiné, dans les établissemens de MM. de Blumenstein et Frère-Jean, et à Grossouvre, département du Gers, sous la direction de M. Dufaud.

Lorsque la fonte provient de l'hématite, et

surtout du fer carbonaté spathique, elle est susceptible de donner de l'acier quand on la traite en conséquence; ce changement de produit en exige peu dans le travail de l'affinage; car il suffit, pour obtenir cet *acier naturel* de la fonte grise, d'éviter de brûler le carbone qu'elle renferme, ce à quoi on parvient aisément en donnant moins de vent, en dirigeant la tuyère des soufflets de manière à ce que le jet rase la surface du bain, en agitant peu la matière fondue, et en la couvrant toujours par des scories, de manière à l'abriter du contact de l'air.

Ainsi l'on voit que les minerais de fer que nous avons décrits, peuvent produire immédiatement, 1° de la fonte blanche ou grise, 2° du fer, 3° de l'acier.

La *fonte*, telle qu'elle sort du creuset, est employée à une foule d'usages; elle se moule sous la forme d'une infinité de vases domestiques, sous celle de chaudières ou de cylindres employés à la fabrication du sucre, dans les colonies; sous celle de plaques destinées à renforcer ou à garantir certaines parties de nos édifices; l'on en confectionne les pièces de lest, les canons, les caronades, et tous les projectiles qui servent dans la marine et à la guerre. Cette même fonte, liquéfiée de nouveau dans des fours à réverbère, et par conséquent épurée, se moule sur des objets plus délicats et plus compliqués : c'est avec

cette fonte de seconde ou de troisième fusion que l'on est parvenu à mouler ces voussoirs des ponts et des coupoles, ces vasques, ces statues, ces mascarons qui décorent les fontaines et les places de Paris. Cette même fonte enfin, affinée à plusieurs reprises, est susceptible non-seulement de se mouler sur les objets les plus délicats et les plus fins, mais on parvient encore, par une cuisson ménagée, à détruire sa dureté et sa fragilité, sinon dans toute l'épaisseur, au moins à la surface des pièces épaisses, de manière que l'on puisse les finir et les retoucher au ciseau ou au burin. Quant aux objets minces, ils deviennent complétement ductiles. Cette découverte de Réaumur vient d'être utilisée et perfectionnée par M. Baradelle de Paris, qui fabrique en fonte malléable des pièces de filature, des couverts de table, des poignées de voiture, des étriers, et des clous susceptibles de se plier et de se redresser, comme ceux qui sont fabriqués avec de bonnes verges crenelées (exposition de 1819, n° 821). Des essais analogues ont été faits en Suède, dans l'intention d'obtenir des canons en fer malléable.

L'on distingue dans le commerce deux sortes de fonte, la *blanche* et la *grise;* la première est particulièrement recherchée pour la fabrication de l'*acier naturel*, et la seconde est employée pour la sablerie ou les ouvrages qui se coulent

dans des moules de sable, comme marmites, chaudières, boulets, etc. (1).

Le *Fer*, qui provient toujours de l'affinage de la fonte, soit qu'on la coule avant de la faire passer à l'état de fer, soit qu'on la convertisse dans le creuset même où elle s'est formée, diffère essentiellement de ce premier produit par sa ductilité, sa malléabilité, et l'impossibilité où l'on est de le liquéfier de nouveau. La fonte, en passant à l'état de fer, perd son carbone et son oxigène, et se débarrasse en outre de quelques matières scorifiées qui en sont chassées par la percussion des martinets ou la pression des cylindres.

Le fer forgé pèse environ cinq cent quarante-cinq liv. le pied cube; il est, après l'antimoine, le zinc et l'étain, le métal le plus léger (voyez ci-après la table des pesanteurs du fer de différens échantillons). Tout le monde connaît sa couleur grise bleuâtre et son degré de dureté, qui devient énorme quand on le convertit en acier trempé.. Il est très-ductile, mais il est plus susceptible de s'allonger en fils fins que de s'aplatir en feuilles minces; aussi est-il le quatrième dans l'ordre des métaux qui s'allongent le plus à la filière, et n'est-il que le huitième dans l'ordre

(1) Pendant que la fonte est rouge on peut la scier avec la plus grande facilité, pourvu que l'on change de scies avant qu'elles aient eu le temps de s'échauffer assez pour se détremper.

de ceux qui s'aplatissent le mieux au laminoir. Il est le plus tenace de tous les métaux, puisqu'un fil de fer de deux millimètres de diamètre, moins d'une ligne, peut supporter un poids de deux cent quarante-neuf kilogrammes et demi, environ cinq cents livres, sans se rompre. Ses propriétés magnétiques sont aussi très-remarquables pour les physiciens, puisqu'il est non-seulement attirable à l'aimant, mais qu'il devient aimant lui-même, soit par communication d'un aimant naturel, soit quand il se trouve dans une circonstance favorable au développement de cette propriété. C'est ainsi que les barres qui restent long-temps dans une situation verticale deviennent magnétiques, et que le pôle nord est toujours situé à l'extrémité inférieure. Ainsi le fer est donc l'âme de la boussole, puisque le fluide magnétique qui l'anime réside spécialement dans ce métal ou dans différens minerais qui le contiennent. Il paraît que les premières boussoles étaient composées d'un morceau d'aimant enfermé dans une boîte qui surnageait sur l'eau, et qui avait la forme d'une grenouille; on la nommait alors *marinette* (1). On attribue généralement cette magnifique découverte à *Flavio-Givia*, Italien, qui voyageait en 1302 ou 1303; mais

(1) Savérien, *Histoire des progrès de l'esprit humain*, pag. 219.

Giannone la fait remonter à 1137, et même à une époque antérieure; il pense qu'elle fut simplement introduite et rapportée du Levant par les voyageurs qui y faisaient le commerce. Les lettrés chinois attribuent le premier usage de l'aiguille aimantée au célèbre Tcheou-Kon (1106 ans avant J.-C.), frère de Ou-Ouan, premier empereur de la dynastie des Tcheou; elle fut appliquée à des chars qui indiquaient constamment le midi, à l'aide d'un index qui était suspendu dans leur intérieur et qui renfermait un aimant (1). Mais de toutes les propriétés du fer, celle qui intéresse le plus les arts et l'économie domestique, c'est la faculté dont il jouit de se ramollir au feu à tel point qu'il peut recevoir toutes les formes imaginables, et que le choc du marteau suffit pour le modeler, l'allonger ou l'aplatir en tous sens.

Le bon fer, c'est-à-dire celui qui se prête le plus facilement aux différens travaux de la forge et aux usages auxquels on le destine ensuite, a le grain égal, homogène, un peu gros, ne se casse point nettement; quand on le plie et replie dans plusieurs sens, il se laisse tordre avant de rompre, et l'on remarque dans sa fracture des parties filandreuses qui semblent s'être allongées avant de casser: c'est ce qu'on nomme le *nerf* du fer. Cette

(1) *Histoire de la Chine*, t. 1, p. 316.

bonne qualité ne se gerce point quand on l'aplatit, tandis que celui qu'on nomme *fer de couleur* ou *rouverain*, se brise quand on le forge, ce que l'on attribue à la présence de l'arsenic, du cuivre, ou de tout autre métal plus fusible que lui. Quant au fer *cassant à froid*, il provient ordinairement des minerais qui contiennent du phosphore, ou de ceux qui tendent à fournir de l'acier naturel; aussi ce fer a-t-il le grain brillant, et n'offre-t-il point ce nerf qui s'oppose à la rupture du fer doux.

Le fer en grosses pièces se soude à lui-même sans aucun intermède; mais quand il s'agit d'objets fins qu'une grande chaleur déformerait, on a recours à l'intermède du cuivre, qui fait l'office de soudure : c'est cette opération que l'on nomme *braser*. On se sert aussi de l'argent pour le même usage; et M. Lucas père en a fait une heureuse application dans l'établissement des fusils doubles soignés. La soudure d'argent exigeant moins de chaleur que la soudure de cuivre, est infiniment préférable pour cette opération (1).

L'*acier*, qui est le troisième produit des minerais de fer, se distingue de la fonte par une plus grande pureté, la propriété de se laisser forger et limer, et d'acquérir un grand degré de dureté et d'élasticité par la trempe. Il se distingue du fer chimiquement, par sa composi-

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, n° 51.

tion, puisque tout acier est le produit de la combinaison du carbone et du fer, et il en diffère extérieurement par son grain fin et brillant (1), et par la dureté et l'élasticité que la trempe lui communique. Une goutte d'eau-forte ou d'acide nitrique étendu d'eau, laisse une tache noire sur l'acier, et n'en produit aucune sur le fer. Ce moyen est excellent pour connaître jusqu'où va l'acier dans les taillans, et pour distinguer sur-le-champ si une pièce travaillée est de fer ou d'acier.

Le meilleur acier est celui qui réunit une grande dureté à la faculté de soutenir le choc sans se briser facilement. Outre les aciers qui sont connus par le nom des fabriques qui les fournissent, ou par les pays d'où on les tire, on connaît dans le commerce les trois espèces suivantes :

A. L'*acier naturel*, qui est le produit direct de certains minerais, comme nous l'avons vu plus haut; il n'est pas susceptible d'un très-beau poli; il n'acquiert point une grande dureté à la trempe, mais il se soude facilement, jouit d'une grande ductilité, et paraît fort propre aux instrumens aratoires. On le nomme aussi *acier de terre*.

B. L'*acier de cémentation*. Il provient du fer que

(1) Les artistes recherchent les barreaux d'acier qui présentent dans leur cassure une espèce de rosace; c'est ce qu'ils nomment *acier à la rose*.

l'on a tenu long-temps exposé à une haute température dans des caisses de briques, remplies de poussière de charbon en lits alternatifs. Le meilleur acier anglais est fait avec du fer de Suède, cémenté pendant six à huit jours au milieu de la poussière de charbon.

Cette espèce d'acier est dur et homogène, mais il ne se soude point facilement; cependant il entre avantageusement dans la composition des *étoffes*, dont la plus renommée est celle de *damas*, et dont on fabrique des lames d'épée, de sabre, etc. L'étoffe qui résiste le mieux aux épreuves de la poudre, et qui est par conséquent la plus propre à la fabrication des canons de fusils tordus, etc., est composée d'un tiers acier de ressort ou de faux, et de deux tiers de vieux fer. M. Lucas père a fait à ce sujet des épreuves nombreuses, et du plus grand intérêt pour les progrès de l'arquebuserie et de la canonnérie en particulier.

C. L'*acier fondu* provient de l'acier de cémentation cassé en petits morceaux, et placé dans des creusets très-réfractaires que l'on chauffe à l'excès dans des fours à vent (1). Lorsque l'acier est fondu, ce qui arrive au bout de trois heures d'un feu continuel de coak, on le coule dans des

(1) On avait cru qu'on y ajoutait un fondant, mais de nouveaux renseignemens prouvent le contraire. *Annal. des min.*, t. v, p. 254.

lingotières de fonte. Cet acier en lingots, a une texture cristalline qui indique assez son peu de ductilité, mais on parvient à la lui communiquer en le forgeant avec soin sous les coups précipités d'un martinet du poids de cent cinquante livres, et d'un pied de levée.

L'acier fondu est susceptible du poli le plus brillant, mais il se soude difficilement; il est employé pour la fabrication des burins, des rasoirs, des coins de médailles, etc. On assure que l'acier de *Menauekabo*, dans les Indes orientales, nommé dans le pays *wootz*, est infiniment supérieur aux meilleurs aciers d'Europe. Il semble qu'il se trouve tout formé dans la nature; qu'il renferme des pyrites et de la silice. Des couteaux et des ciseaux faits en Angleterre avec du wootz, hachent en pièces le meilleur taillant d'Europe, et coupent le fil d'acier et la tôle avec autant de facilité que le papier. (*Revue encyc.*, juin 1819).

Les usages de la fonte, du fer et de l'acier sont si nombreux et si connus, qu'il serait superflu de les rappeler; autant vaudrait énumérer les emplois multipliés du bois, auquel le fer est presque toujours associé. Nous sommes tellement familiarisés avec ce métal, nous le trouvons si souvent autour de nous, qu'il nous semble indispensable à la vie, et que nous serions tentés de croire qu'il est né avec le genre humain, ou que l'art de l'extraire des minerais qui le cachent

sous des traits si méconnaissables, fut une inspiration divine et un bienfait de l'auteur de toutes choses. Mais les monumens historiques attestent que le cuivre fut connu et employé avant le fer, puisque les armes véritablement antiques, les tenons des statues et des monumens très-anciens, sont en cuivre ou en bronze ; ce qui n'empêche point qu'on fasse remonter la connaissance du fer à une époque antérieure à celle du déluge (1), quoiqu'il paraisse que l'on n'a commencé à en faire usage que vers l'an 1500 avant Jésus-Christ, qui répond à peu près à la naissance de Moïse, et à la fondation de Troie. Mais laissons aux antiquaires et aux érudits le soin d'éclaircir ce point historique, et jetons un coup d'œil sur la quantité prodigieuse de fer dont nous faisons journellement usage, et sur les établissemens principaux où on l'extrait des minerais qui le contiennent.

En France, on estime la masse de fer forgé en grosses barres qui provient annuellement du sol lui-même, et sur laquelle s'exerce notre industrie, à sept cent quatre-vingt-dix mille quintaux métriques, ou environ un million six cent mille quintaux de cent livres; à quoi il faut ajouter cent quarante-cinq mille quintaux métriques de fonte moulée, qui sont versés immé-

(1) Goguet, *Origine des Arts*, t. 1, p. 297.

diatement dans le commerce (1). Cette masse de fer est produite par le travail de plus de trois cent cinquante hauts fourneaux, et d'environ cent forges catalanes qui sont répandues dans plus de cinquante départemens. Sa valeur vénale, y compris celle d'environ cent mille quintaux métriques d'acier, est évaluée à 67 ou 68 millions de francs; et l'on peut admettre que ces usines où l'on traite simplement les minerais de fer, occupent immédiatement douze mille hommes, et que plus de cent mille individus sont employés à leur procurer les minerais, les combustibles et les fondans qui les alimentent, ainsi qu'à transporter leurs produits. Parmi les établissemens dont la France s'honore à juste titre, on doit citer celui du Creusot, pour sa vaste étendue, la beauté et la grandeur des appareils, les grands ouvrages qui y ont été fondus (2), et parce que c'est la première fonderie qui ait fait en France usage de la houille comme combustible ;

L'établissement de Grossouvre, département du Cher, dont M. Dufaud est directeur, et dans lequel il a introduit la méthode de l'affinage à la

(1) Rapport sur les produits métallurgiques de l'industrie française, exposés en 1819. *Ann. des Mines*, t. v, p. 50.

(2) La charpente en fer de la coupole de la Halle au blé de Paris, ainsi que les vasques et les lions de la fontaine du boulevard de Bondy, sont sortis de la fonderie du Creusot qui était dirigée alors par M. Pernollet, et qui appartient à MM. Chagot

houille, et de l'étirage au cylindre, comme en Angleterre ;

L'établissement de MM. de Blumenstein et Frère-Jean, à Vienne, où l'on a commencé à traiter le fer des houillères, et où l'on affine à l'anglaise.

La fonderie de M. Ramus, à Beauchamp, département de Saône-et-Loire, est remarquable par l'usage de la houille que son habile propriétaire a su y introduire depuis long-temps, et par la précision des moulages qui en sont sortis. On y voyait, en 1811, le plus grand cylindre qui eût été fondu en France ; car celui du Creusot, qui fait partie de la machine soufflante établie par MM. Ramus et Wilkinson, avait été apporté d'Angleterre.

Les fonderies de Normandie, du Berry, de la Franche-Comté, du pays de Foix, du Nivernois et de plusieurs autres provinces, sont aussi du plus grand intérêt, et ont obtenu plusieurs distinctions flatteuses et honorables lors de l'exposition de 1819. Mais si la fabrication de la fonte et celle du fer se sont fait distinguer lors de ce concours général, les manufactures qui traitent ce métal par des opérations subséquentes, ont obtenu de plus brillans succès encore, soit par la nouveauté de leurs procédés, soit par l'excellence de leurs produits qui affranchiront bientôt entièrement la France du tribut qu'elle payait à l'industrie des pays voisins.

La manufacture des aciers naturels fondus, et de cémentation, établie à la *Berardière*, près Saint-Etienne, a obtenu le suffrage unanime du jury par la bonne qualité de ses produits, et le prix modéré auquel on les livre au commerce (1). Cet établissement emploie déjà cent vingt ouvriers, et est monté de manière à produire deux mille quatre cents quintaux métriques d'acier naturel raffiné, et trois cents quintaux d'acier fondu soudable.

La manufacture de M. Irroy, à Arc, près Gray, département de la Haute-Saone, s'est fait remarquer par ses limes, ses faux, ses scies et ses aiguilles.

La manufacture d'acier et de faux, établie à

(1) *Acier naturel* pour ressorts de voitures, le quintal métrique (200 liv. environ), employé par l'administration des messageries royales . *fr.* 160
Acier raffiné pour platines de fusils, fleurets, etc. . 185
Acier raffiné pour limes et coutelleries communes. . 150
Acier raffiné (à deux éperons) pour gouges et autres outils de tourneur. 180
Acier raffiné plus vif que le précédent pour coutellerie fine et instrumens de chirurgie. 200
Acier fondu soudable pour coins de médailles. 260 à 280
Acier dur pour batteries de fusils. 185
Acier raffiné à mille vingt-quatre doubles, nouvelle espèce dite à deux colonnes, pour burins, poinçons, limes et coutellerie fine. 400 à 410
(*Annales des Mines*, t. IV et V.)

Toulouse, sur les îles de la Garonne, occupe deux cents ouvriers tous Français, et a livré au commerce, en 1818, cinquante mille faux et deux mille quintaux métriques d'acier, non compris une grande quantité de limes et de râpes. Ce bel établissement, que j'ai visité, est dans la plus grande activité.

MM. Ruffié de Foix, Biron de l'Isère, Delanos du Calvados, Babilliers et Nicod du Doubs, ont tous obtenu aussi pour leurs fabrications de faux chacun une médaille d'or comme un juste encouragement de leurs travaux et de leurs succès. Je pourrais citer encore les belles manufactures de tôle, de fer-blanc, de fer noir, de fil de fer, et acier, etc., dont les produits, provenans du travail du martinet, des laminoirs ou des filières, égalent ou surpassent ceux des manufactures anglaises ou allemandes; mais je sortirais entièrement de mon sujet, qui ne doit point dépasser l'histoire des produits immédiats des minerais.

En Angleterre, où tout le fer se fabrique au moyen de la houille, ce genre d'industrie a reçu un degré d'accroissement et de perfection qu'on chercherait encore vainement ailleurs. Les établissemens y sont magnifiques, et d'autant plus productifs, qu'ils sont situés dans les provinces où le charbon est le plus abondant, et qu'ils sont alimentés par ce fer carbonaté des houillères,

qui se prête infiniment mieux que tout autre à l'action de ce combustible ; c'est particulièrement dans les comtés de Shropshire, de Staffordshire, d'Yorckshire, de Warwickshire, de Durham, de Northumberland et de Cumberland, en Angleterre, que se trouvent les principales fonderies : celle de Caron, qui consomme annuellement deux cent mille quintaux métriques de minerai, et quatre cent mille quintaux de houille, est située en Ecosse, dans le Stirlingshire.

M. Heron de Villefosse, dans sa Richesse minérale, évalue la quantité totale de la fonte moulée, et du fer forgé de fabrique anglaise, à deux millions cinq cent mille quintaux métriques, estimés à une valeur de 100 millions de francs, année commune ; et l'on prétend que cette fabrication occupe trois à quatre cent mille hommes, y compris le travail de l'acier. L'exportation vers l'Inde et les colonies est énorme, mais l'importation des fers russes et suédois la compensait en partie ; aujourd'hui elle diminue en raison directe de l'accroissement et du perfectionnement des établissemens nationaux.

La Suède et la Norwége sont renommées depuis long-temps par la richesse de leurs minerais, et par la qualité supérieure de leurs fers. On en porte le produit annuel à huit cent vingt-cinq mille quintaux métriques tant en fer qu'en fonte moulée.

En Russie, les minerais que l'on exploite sont

en partie les mêmes qu'en Suède ; aussi les fers qui proviennent de ses énormes établissemens rivalisent-ils avec ceux de ce pays voisin. A l'époque où Macquart voyageait en Sibérie, la fonderie la plus importante était celle de *Neujanskoi-Savod*, fondée par les ancêtres de la famille des Demidoff. En 1701, on y comptait quatre mille hommes occupés pour le service des forges et des autres usines qui en dépendent, et qui sont comprises dans une enceinte de trois à quatre lieues, coupée de canaux servant à assécher le pays. On a fondu dans cette fabrique plusieurs statues colossales et des colonnes qui existaient à Moscou. Si l'on parvenait à couler la fonte de fer avec autant de précision que le bronze, ce serait la matière à laquelle on devrait donner la préférence pour les statues; car elle ne tenterait point la cupidité des hommes, et il ne serait pas impossible de la garantir de l'influence de l'humidité.

Le gouvernement russe a établi une colonie à *Tourinsky*, et une foire à Irbitz, pour l'encouragement de l'exploitation des mines de fer de Sibérie. Le produit de ces mines est évalué approximativement à huit ou neuf cent mille quintaux métriques de fer.

En Autriche et dans les états soumis à cette monarchie, il existe de beaux et nombreux établissemens consacrés à la fabrication du fer ; on

y remarque surtout ceux de la *Styrie*, de la *Carinthie* et du *Tyrol*, dont les produits sont connus de toute l'Europe. On estime que tous les établissemens des états autrichiens fournissent cinq cent mille quintaux métriques de fer.

La Bavière, en y comprenant ses possessions récentes sur la rive gauche du Rhin, produit environ cinquante mille quintaux métriques de fer.

La Prusse est riche en mines de fer et en beaux établissemens pour les traiter ; la Silésie surtout en renferme plusieurs où l'on traite le fer des houillères avec la houille comme en Angleterre; on y remarque particulièrement les usines royales de *Kœnigshutte*, de *Gleywitz*, de *Malapans* et de *Creutzbourg*. La réunion du duché de Berg aux états prussiens avec d'autres contrées voisines a encore augmenté le nombre des usines qui appartiennent aujourd'hui à cette monarchie : le produit total est évalué à quatre cent seize mille quintaux métriques de fonte, fer ou acier.

Les Pays-Bas produisent environ deux cent quarante mille quintaux métriques de fer ou fonte;

Le Piémont, *la Savoie*, environ cent mille ;

L'Espagne, quatre-vingt-dix mille ;

L'île d'Elbe, la valeur de soixante mille ;

Et *la Saxe*, *le Hartz*, *la Hesse*, le duché de *Darmstadt* réunis au *Wurtemberg* et au duché de *Bade*, environ deux cent mille.

Voilà donc, d'après les meilleurs documens

que j'ai pu choisir, c'est-à-dire, d'après l'important ouvrage de M. Heron de Villefosse, sur la richesse minérale, et d'après M. de Bonnard, secrétaire du conseil général des mines de France, le produit approximatif du fer qui se fabrique annuellement en Europe. On verra, par la récapitulation ci-jointe, que le total atteint à près de sept millions de quintaux métriques, qui, estimés à 50 fr. le quintal, s'élève à la valeur de 350 millions de francs

RÉCAPITULATION

Du produit annuel en fer dans les différens états d'Europe.

(Quintaux métriques, environ deux cents livres.)

France, fer, fonte moulée et acier. . . .		935,000
Angleterre.		2,500,000
Suède et Norwége.		825,000
Russie et Sibérie.		850,000
États Autrichiens.		500,000
Bavière.		50,000
Prusse et possessions récentes.		416,000
Saxe.	40,000	357,000
Hartz.	70,000	
Hesse.	47,000	
Darmstadt, *Wurtemberg*, *Bade*, etc.	200,000	
Pays-Bas. , ...		240,000
Sardaigne, *Piémont*, *Savoie.*		100,000
Ile d'Elbe, 132,000 quintaux métriques de minerai, évalués à.		60,000
Espagne.		90,000
Quintaux métriques.		6,923,000

Comme l'acier est compris dans cette récapitulation, j'ai pu forcer la valeur du quintal métrique jusqu'à 50 fr., comme terme moyen, et porter le produit total à une valeur annuelle de 350 millions de francs. Les documens nous manquent absolument pour la quantité de fer fabriqué à la Chine et dans les autres parties de l'Asie. Nous savons que l'Angleterre approvisionne l'Inde (1) et une partie de l'Amérique ; mais il est hors de doute qu'il existe aussi des manufactures de fer en Perse et peut-être même en Afrique. On commence à recevoir quelques données sur celles des États-Unis d'Amérique : il en existe dans le Massachusset, au Brésil, etc. ; mais nous savons aussi qu'il existe beaucoup de peuplades qui ignorent encore l'art d'extraire ce métal, et qui ne le connaissent que par les relations qu'ils ont avec les Européens. Aussi les meilleurs articles d'échanges ou de présens sont-ils des haches, des clous et autres instrumens de fer : les Nègres du Sénégal commencent à traiter certains minerais de fer riches et d'une fusion facile.

(1) On cite cependant le royaume d'Acham pour la fertilité de ses mines de fer et d'acier, ainsi que le minerai de fer aimantaire d'Hoa, dans la province d'Agra. (Malte-Brun, *Précis de Géographie universelle*, t. IV, p. 22.)

TABLE

DU POIDS DES FERS FORGÉS DE DIVERS ÉCHANTILLONS,

A L'USAGE DES ENTREPRENEURS ET POUR FACILITER LES DEVIS.

	liv.	onc.
le p. cube, fer de fabrique.	547	»
le p°. cube.	»	$5\frac{1}{16}$
1 p. carré sur 6 p°. d'ép. .	273	11
1 p. carré sur 3 p°. . . .	136	13
1 p. carré sur 1 p°. . . .	45	9
1 p. carré sur 6 lig. . . .	22	12
TOLE.		
1 p. carré sur 1 lig. d'ép. .	3	14
1 p. carré sur $\frac{1}{2}$ lig. . . .	2	»
1 p. carré sur $\frac{1}{4}$ lig. . . .	1	»
6 p°. carrés sur 1 lig. . . .	1	»
6 p°. carrés sur $\frac{1}{2}$ lig. . . .	»	8
6 p°. carrés sur $\frac{1}{4}$ lig. . . .	»	4
3 p°. carrés sur 1 lig. . . .	»	4
3 p°. carrés sur $\frac{1}{2}$ lig. . . .	»	2
3 p°. carrés sur $\frac{1}{4}$ lig. . . .	»	1
FER EN BARRES, CARRÉ POUR UN PIED DE LONG.		
de 1 p°. carré.	3	13
de 13 lig.	4	8
de 14 lig.	5	»
de 15 lig.	5	12
de 16 lig.	6	10
de 17 lig.	7	2
de 18 lig.	8	8
de 2 p°.	15	3
de 2 p. $\frac{1}{2}$ carré.	23	11
de 3 p. carré.	34	2
de 4 p. carré.	84	2

	liv.	onc
FER EN BARRES ROND.		
de 4 lig. de diam. pour 1 p.	»	$5\frac{1}{2}$
de 5 lig.	»	$7\frac{1}{2}$
de 6 lig.	»	$11\frac{1}{2}$
de 7 lig.	»	$14\frac{1}{2}$
de 8 lig.	1	$4\frac{1}{2}$
de 9 lig.	1	$9\frac{1}{2}$
de 10 lig.	1	$15\frac{1}{2}$
de 11 lig.	2	2
de 1 p°.	2	$13\frac{1}{2}$
de 14 lig.	3	12
de 16 lig.	5	»
de 18 lig.	6	4
de 2 p°.	11	6
FER PLAT POUR CERCLES, etc.		
de 6 lig. de large sur $\frac{1}{2}$ lig. d'épaiss.	»	$1\frac{1}{2}$
de 6 lig. sur 1 lig.	»	2
de 6 lig. sur 2 lig.	»	4
de 6 lig. sur 3 lig.	»	6
de 9 lig. sur 1 lig.	»	$3\frac{1}{2}$
de 9 lig. sur 2 lig.	»	$7\frac{1}{2}$
de 1 p°. sur $\frac{1}{2}$ lig.	»	$2\frac{1}{2}$
de 1 p°. sur 1 lig.	»	$5\frac{1}{16}$
de 1 p°. sur 2 lig.	»	$10\frac{1}{2}$
de 18 lig. sur 1 lig.	»	$7\frac{1}{2}$
de 2 p°. sur 1 lig.	»	$10\frac{1}{2}$
de 2 p°. sur 2 lig.	1	$4\frac{1}{2}$

N. B. Il faut porter le poids du pied cube de fer, forgé à cinq cent cinquante livres dans les devis, pour couvrir le décbet des bouts de barres qui sont ordinairement inservables, et il faut forcer les fractions pour les fers de petit échantillon, parce qu'ils sont généralement plus denses que les gros fers carrés : j'ai eu égard à cette observation dans la construction de cette table.

II. MINERAIS DE PLOMB.

L'on ne connaît réellement qu'un seul minerai de plomb, dans le sens rigoureux où j'ai défini cette expression au commencement de ce chapitre; c'est le plomb sulfuré, parce que c'est lui seul qui constitue des filons, des couches, ou des amas assez considérables pour qu'ils puissent donner naissance à des exploitations proprement dites; mais comme cette substance est ordinairement accompagnée, dans ses divers gîtes, par d'autres minéraux qui ont également le plomb pour base, qu'on les mêle avec le plomb sulfuré, qu'on les traite ensemble, et qu'ils augmentent sensiblement le produit de la fonte, je dois nécessairement décrire ces minéraux plombeux, pour éviter qu'on ne les confonde avec les substances de non valeur qui se jettent aux déblais, ce qui est arrivé dans plus d'une exploitation.

1. PLOMB SULFURÉ,

Vulgairement galène ou alquifoux (1).

Ce minerai est fragile; il jouit du brillant métallique et de la couleur du plomb nouvellement

(1) L'existence du plomb natif est encore problématique, et en supposant même qu'un ou plusieurs des échantillons cités comme tels soient véritablement naturels, il serait encore si rare qu'on ne pourrait point le considérer comme un minerai exploitable.

coupé; sa cassure est ordinairement laminaire, et présente des ébauches de cubes que l'on obtient facilement complets avec quelque attention. Cette même cassure passe quelquefois à l'aspect strié ou grenu; mais c'est presque toujours l'indice certain d'une substance additionnelle. La poussière de ce minerai est d'un noir bleuâtre; et, quelle que soit sa ténuité, elle brille toujours au soleil par une infinité de points qui sont autant de facettes planes, d'où la lumière est réfléchie avec vivacité. Le plomb sulfuré, essayé au chalumeau dans le creux d'un charbon, donne un grain de plomb métallique : il est composé de soixante à quatre-vingt-cinq de plomb, avec quinze à vingt de soufre; mais, en grand, il ne rend guère que soixante-dix à soixante-quinze au plus, ce qui est déjà beaucoup. Il pèse trois cent vingt liv. le pied cube. Parmi ses variétés, on remarque :

A. *Le plomb sulfuré cristallisé.* Ces cristaux cubiques, octaèdres, cubooctaèdres ou dodécaèdres, sont ordinairement très-nets, de la grosseur d'une aveline, plus ou moins; ternes à leur surface, mais brillans dans leur intérieur.

B. *Le plomb sulfuré laminaire.* Ses lames sont assez larges et présentent des angles droits bien caractérisés, qui sont les ébauches des cubes ou de la forme primitive de ce minerai.

C. *Le plomb sulfuré grenu ou compacte.* Le

grain de cette variété varie de grosseur depuis celui du mauvais fer, jusqu'à celui de l'acier le plus fin, le plus serré; il passe même à l'aspect parfaitement compacte. Lorsque ce minerai contient de l'antimoine, il devient strié dans sa cassure, et prend le nom vulgaire de *galènepalmée.*

Le plomb sulfuré contient toujours une certaine dose d'argent. Cette association est si intime et si constante, qu'on ne peut la détruire en entier, et qu'il n'existe peut-être pas même de plomb métallique qui en soit parfaitement exempt. La quantité de ce métal mérite souvent la peine qu'on le sépare par l'affinage, et sa valeur excède quelquefois celle du plomb contenu dans le minerai; en sorte qu'il peut changer de nom et prendre celui de minerai d'argent. Aussi ne manquerons-nous pas de rappeler ce fait, quand nous en serons à l'histoire de ce précieux métal.

Le plomb sulfuré se trouve également dans les terrains primitifs et dans les terrains secondaires; il y forme des filons puissans ou des couches étendues qui renferment beaucoup d'autres substances pierreuses ou métallifères. Ses gangues les plus commmunes sont le quarz, la baryte sulfatée, la chaux fluatée et la chaux carbonatée. Le zinc sulfuré (blende), le zinc oxidé (calamine) lui sont presque toujours associés, ainsi que les pyrites de fer, de cuivre, etc. Ce minerai se trouve aussi parmi les corps organisés fossiles

ou pétrifiés. C'est ainsi que l'on en exploite des couches qui alternent avec des bancs de calcaire que l'on trouve de ce minerai au milieu même de la houille, et d'autre qui est mélangé avec du bitume élastique et des coquilles. Le plomb sulfuré appartient donc à presque toutes les époques de la formation du globe, ou du moins à celles que nous sommes à même d'observer. On citera ses localités en parlant des principales exploitations dont il est la base.

Le moyen le plus simple d'essayer ce minerai en petit, est d'en pulvériser une certaine quantité bien séparée de ses gangues, d'en peser cinquante grammes, de les verser dans un petit creuset de Hesse, et d'y mêler 12,5 grammes, ou 25 pour 100 de petits morceaux de fer, de petits clous, par exemple (la limaille ne convient point aussi bien); on place le creuset dans un autre plus grand, pour éviter que le premier se perce, et l'on expose le tout dans un fourneau à vent ou à la forge ordinaire, pendant quinze minutes; on laisse refroidir, on casse, et il se trouve au fond du creuset un culot de plomb que l'on pèse pour connaître la richesse du minerai. La couche noire qui recouvre le plomb est un sulfure de fer composé du soufre de la galène, et du fer ajouté.

2. PLOMB OXIDÉ,

Vulgairement céruse, massicot, ou minium natif.

Ce minerai pur n'est composé que de plomb et d'oxigène; mais il est souvent mélangé de matières étrangères. Aussi a-t-il toujours l'aspect terne, terreux ou compacte. Ses couleurs varient entre le gris, le jaune, le brun, le rouge et les nuances qui y conduisent. Fondu sur des charbons à la forge, ou simplement au chalumeau, il se réduit en plomb métallique qui paraît bientôt en gouttelettes. Cet oxide de plomb naturel se trouve quelquefois en petites couches alternant avec de l'argile, du plomb sulfuré, et, le plus souvent, disséminé irrégulièrement dans les couches ou les filons que l'on exploite à Freyberg.

3. PLOMB CARBONATÉ,

Vulgairement plomb blanc.

Une pesanteur remarquable et un certain aspect gras peuvent aider à distinguer ce minerai, qui passe du blanc éclatant au gris plombeux, sans perdre son brillant particulier et métalloïde; il fait effervescence dans l'acide nitrique étendu d'eau, et se réduit facilement en plomb métallique quand on l'essaie à la forge de concert avec le charbon, ou simplement au chalumeau.

Enfin, quand il est blanc, et qu'on l'expose à

la vapeur d'un sulfure alkalin, il devient noir subitement. Ce minerai est si variable dans ses aspects, sa couleur et sa contexture, qu'il est réellement difficile à reconnaître quand on n'a pas l'habitude d'étudier les minerais; c'est une raison de plus pour que l'on soit aux aguets, et que, dans le cas où l'on viendrait à rencontrer, en exploitant, quelque substance pesante et d'un nouvel aspect, on eût recours à un essai avant de la jeter parmi les déblais. On remarque dans cette espèce les variétés suivantes :

A. *Plomb carbonaté cristallisé.* Le plus souvent en aiguilles prismatiques, striées profondément en longueur, d'un blanc légèrement nacré, groupées et croisées dans tous les sens; leur cassure est vitreuse, avec un reflet gras; quelquefois ces aiguilles ont des formes régulières, et souvent même elles se changent en cristaux hexaèdres simples ou surchargés de facettes; on le trouve aussi en cristaux octaèdres.

B. *Plomb carbonaté acidulaire.* En aigrettes très-fines, d'un blanc de nacre, croisées dans tous les sens, ou formant des masses rayonnées du centre à la circonférence.

C. *Plomb carbonaté laminaire.* En lames ou cristaux comprimés parfaitement transparens, mais se distinguant facilement d'avec le quarz par sa grande pesanteur, et de la baryte par son aspect gras et son effervescence dans les acides.

prismes hexaèdres, assez nets et souvent volumineux. C'est ainsi qu'on le trouve au Huelgoët en Bretagne, et que la variété verte qui produit ces beaux échantillons, que l'on rencontre près de Fribourg en Brisgaw, se présente aussi souvent en cristaux hexaèdres. Le plus ordinairement cependant, cette jolie variété a l'aspect du velours vert ou des touffes de mousse. La variété violette ou brune présente quelquefois des aigrettes brillantes et délicates, des masses hérissées divergentes, etc.

Le plomb phosphaté est assez riche en métal pour qu'on doive éviter de le perdre dans les déblais. Il en existe une variété qui est alliée à une certaine dose d'arsenic, et dont la couleur est toujours voisine du jaune de cire. Ce plomb phosphaté arsenifère, qui se trouve aussi en cristaux ou en masses curvilignes, abonde dans les mines de Badenweiler, près Bâle, et fait partie essentielle du minerai que l'on traite dans la fonderie voisine. J'ai visité cette exploitation intéressante.

5. PLOMB SULFATÉ (1).

Ce minerai, encore assez rare, est difficile à distinguer d'avec le plomb carbonaté; aussi est-il

(1) Il ne faut point confondre le plomb sulfaté avec le plomb sulfuré : le premier résulte de la combinaison de l'acide sulfurique avec le métal oxidé; le second ne contient que du plomb et du soufre.

probable qu'on l'a souvent confondu avec lui. Cependant l'éclat de ce sulfate est plus vif que celui du carbonate, et il n'a point cet aspect gras qui caractérise assez bien le plomb blanc; il ne fait point effervescence avec l'acide nitrique; mais il se réduit aussi en plomb doux sur le charbon, à l'aide du chalumeau, se présente souvent en petits cristaux octaèdres, plus ou moins surchargés de facettes additionnelles, ou simplement en masses laminaires; il accompagne le plomb sulfuré, qui est notre minerai de plomb par excellence.

6. PLOMB ARSENIATÉ, ET ARSENIÉ.

Ces deux minerais, qui diffèrent chimiquement l'un de l'autre, puisque le premier paraît composé d'oxide de plomb uni à l'acide arsenic, et que le second renferme l'arsenic à l'état d'oxide, se ressemblent assez à l'extérieur : ce sont toujours de petites masses pulvérulentes ou soyeuses, en dehors d'un jaune pâle, mais quelquefois brunes, compactes et serrées à l'intérieur. Leur caractère commun est de se réduire en plomb métallique sur les charbons ardens, en répandant des vapeurs blanches qui ont l'odeur d'ail; ce qui dénote la présence de l'arsenic. Ces minerais sont rares et peu importans pour l'art.

7. PLOMB CHROMATÉ,

Vulgairement plomb rouge.

Le beau rouge orangé est la couleur brillante de ce minerai, qui ne s'est encore trouvé qu'en Sibérie, c'est-à-dire dans la mine de Bérésof, sur la pente orientale des monts Ourals. Il se présente ordinairement en aiguilles longues comprimées, couchées à plat sur une gangue quarzeuse, et plus souvent sur un grès micacé, piqué de points bruns, dus à des pyrites décomposées. Ces belles aiguilles rouges atteignent quelquefois plusieurs pouces de longueur, et présentent la forme d'un prisme carré, terminé par des pyramides.

Ce minerai, excessivement rare, est composé de plomb et d'acide chromique; il colore le verre de borax en vert, et se distingue par-là des autres substances qui ont quelque ressemblance avec lui, comme le mercure sulfuré, l'arsenic sulfuré, etc. Il est associé au plomb chromé, qui est d'un vert foncé. Nous reviendrons sur ce minerai orangé, en parlant des couleurs naturelles. (*Voyez* peinture, dessin, lithographie.)

8. PLOMB MOLYBDATÉ.

Cette espèce peu commune se présente sous la forme de petites lames ou tables octogones posées sur leur tranchant, et groupées les unes à côté des autres à la surface de leur gangue, qui

est ordinairement calcaire. La cassure de ces cristaux imparfaits est conchoïde, ondulée et luisante. Il se réduit, au chalumeau, en un globule noirâtre parsemé de plomb, et colore le verre de borax en blanc-bleuâtre. On l'a trouvé composé, de plomb, cinquante-huit; et d'acide molybdique, trente-huit.

Le *plomb muriaté*, le *plomb schéelaté* et le *plomb séléniuré* se sont trouvés en si petites quantités, que ces trois espèces ne sont réellement d'aucune importance pour les exploitans. On reconnaîtra le premier à l'odeur suffocante qu'il dégage au chalumeau, avant de se réduire en plomb métallique: on le trouve en petits cristaux cubiques, jaune-verdâtre; sa cassure est lamelleuse dans deux sens, et conchoïde ou ondulée dans sa direction transversale. Il est riche en métal, et mériterait d'être exploité s'il se trouvait en quantité suffisante.

Tels sont donc les minerais dont on peut extraire le plomb à l'état métallique, soit qu'on les exploite seuls, soit qu'on les trouve associés à des minerais plus riches ou plus abondans, et qu'on les confonde avec eux dans le traitement métallurgique, pour augmenter la fonte de leur produit particulier. Quant à la substance qui est connue dans le commerce sous le nom de plombagine, de plomb de mer ou de mine de plomb, et dont le principal usage est de servir à la fabri-

cation des crayons, cette matière ne contient pas un atome de plomb, et n'a que la couleur et l'aspect de commun avec lui. (*Voyez* la division intitulée peinture, dessin, lithographie.)

Le *plomb métallique* qui se retire en entier des minerais que l'on vient de décrire, et dont la couleur, l'aspect et tous les caractères saillans nous sont si familiers, est un métal de la plus grande utilité; son peu de dureté, la facilité avec laquelle on peut le fondre, le rendent propre à une foule d'usages où d'autres métaux ne sauraient convenir.

Le plomb est insonore; il pèse près de sept cent quatre-vingt-quinze livres le pied cube; aussi cette grande densité est-elle passée en proverbe : on verra cependant que le platine, l'or et le mercure parmi les métaux usuels, dépassent infiniment cette pesanteur. Sa couleur grise est assez brillante quand il vient d'être coupé; mais comme il s'oxide avec la plus grande facilité, il se ternit bientôt, en se couvrant d'une pellicule grisâtre et livide : il est si tendre, que l'ongle l'entame facilement; ce qui le distingue sur-le-champ de l'étain devenu terne par une longue exposition à l'air.

Le plomb se liquéfie long-temps avant de rougir; il se moule assez bien dans les creux qu'on lui prépare; et dans les matrices de fer ou de cuivre, il s'étend facilement sous le laminoir, et

se convertit aisément en feuilles très-minces : mais on remarque qu'arrivé à un certain point, ses bords se crevassent. Il y a peu de plombs qui ne soient sujets à cet inconvénient ; aussi les fabricans de tabac recherchent-ils beaucoup celui qui est propre à la construction de leurs boîtes. C'est peut-être pour cette raison que les Chinois introduisent jusqu'à quatre pour cent d'étain dans le plomb dont ils se servent pour doubler leurs boîtes à thé ; ils les fabriquent, dit-on, au moyen de deux tuiles larges et plates, doublées de papier fort ; qu'ils placent l'une sur l'autre, et qu'ils entr'ouvrent par un coin pour y introduire le plomb fondu destiné à la feuille. Ils pressent ensuite fortement avec le pied, et de cette manière ils évitent les gerçures (1).

Les grandes feuilles destinées à couvrir les édifices et employées dans les usines où l'on se sert de chaudières de plomb, se coulent au moyen d'un vase de fonte qui verse le métal dans toute la largeur de la table unie qui doit servir de moule à cette planche de plomb, que l'on passe et repasse sous des laminoirs pour l'amener à l'épaisseur convenable. J'ai vu exécuter ces grandes feuilles, qui se roulent ensuite comme des étoffes, dans les beaux ateliers de MM. Frère-Jean frères, à Vienne, département de l'Isère. On est également par-

(1) *Annales des mines*, t. III, p. 128.

venu à obtenir des tuyaux de plomb non soudés de tous les diamètres, et l'on en a même coulé des statues, qui ont été dorées ensuite. Telle est celle qui surmonte la fontaine et la colonne triomphale de la place du ci-devant Châtelet de Paris.

Ce métal, par son peu de ténacité, n'est guère susceptible de passer à la filière, puisqu'une baguette de plus d'une ligne de diamètre soutient à peine un poids de trente livres sans se rompre; mais il se prête à tant d'autres manipulations, que l'on peut bien lui passer, pour ainsi dire, de se refuser à celle-ci. En effet, non-seulement il est susceptible de se mouler, de se laminer, de s'opposer à l'écoulement des liquides, de sceller fortement le fer à la pierre, de recevoir l'empreinte des corps durs, de produire un grand poids sous un petit volume pour seconder l'effet des machines, d'offrir une enveloppe imperméable et mince à la fois, mais au moyen d'une préparation particulière, il se granule encore avec une précision remarquable, et se change en une infinité de petites balles propres à la chasse, et qui portent dans le commerce les noms de plomb à giboyer, de plomb de chasse, de grenaille, de cendrée, etc.

L'art de granuler le plomb en grand n'est pas encore bien connu. Il a été importé de Londres à Paris par M. Akerman, et se trouve décrit dans

le premier volume des *Brevets expirés*. M. Gillet-Laumont a publié depuis le procédé employé à Moutiers, en Savoie, qui est à peu près le même que celui des Anglais, avec cette différence que, dans le premier, le plomb liquide se verse à travers des passoires qui sont posées à quelques pouces au-dessus d'un baquet d'eau; et que dans le second, le plomb se jette du sommet d'une tour, et qu'il arrive déjà refroidi dans l'eau. Le plomb pur ne peut point se granuler; il faut y ajouter une certaine quantité de sulfure d'arsenic (réalgar) lorsqu'il est fondu, et le brasser de manière à ce que cette substance volatile puisse se combiner avec lui. La proportion de l'arsenic n'est pas facile à indiquer; le moyen le plus sûr est d'en mettre excès dans une certaine quantité de plomb, et d'ajouter au plomb pur des morceaux de plomb arsenié, jusqu'à ce que l'on obtienne de la grenaille bien ronde. Cette petite fabrication exige une grande habitude, et ne réussit pas toujours; car, non-seulement l'arsenic en plus ou en moins s'oppose à la granulation, mais le degré de chaleur y contribue beaucoup aussi: celui qui réussit le plus généralement ne fait que roussir une carte que l'on plonge, et que l'on retire dedans le bain. Les ouvriers granuleurs font un secret des substances qu'ils ajoutent au plomb fondu, pour lui donner la propriété de se convertir en grains ronds; mais le fait est que le

sulfure d'arsenic rouge ou réalgar suffit : ayant fait fabriquer de la grenaille avec ce seul ingrédient, je puis affirmer qu'il n'en faut point ajouter d'autres. Le procédé, la manutention et les outils décrits par M. Gillet-Laumont, sont tellement exacts, que j'y renvoie les personnes qui voudraient granuler du plomb propre à la chasse: je préfère seulement la manière de combiner l'arsenic avec le plomb de M. Akerman (1), dont la manufacture a été établie au sommet de la tour de Saint-Jacques-la-Boucherie, à Paris. L'espèce de vernis noir dont la grenaille de plomb est ordinairement couverte, lui est donné au moyen d'une substance qu'on nomme *plombagine*, avec laquelle on la fait rouler dans un tonneau ou dans une boîte carrée pendant un certain temps. Le plomb s'allie parfaitement avec plusieurs autres métaux, et donne naissance à divers alliages utiles aux arts et métiers. Le premier et le plus important est celui qui se compose d'une partie d'antimoine et cinq de plomb : c'est la composition des caractères d'imprimerie. Une partie d'étain et deux de plomb produisent la soudure des plombiers. Cet alliage, calciné et réduit à l'état d'oxides blancs, est la base des émaux et

(1) Gillet-Laumont. Granulation du plomb à giboyer, *Annales des mines*, t. 1, p. 301 ; procédé d'Akerman, importé d'Angleterre, tome premier des *Brevets expirés*, publiés par M. Molard.

celle de la couverte opaque des faïences rouges.

Cinq parties de plomb, huit de bismuth et trois d'étain, composent l'alliage fusible de Darcet, qui fond dans l'eau bouillante, et qui a été proposé pour clicher des médailles : une petite addition de mercure le rend plus fusible encore, et propre aux injections anatomiques.

Enfin, M. de Guigne assure que le *toutenague* des Chinois est un alliage naturel de plomb et de fer, et qu'il en existe une mine abondante dans la province de Hou-Quang ; d'autres assurent que c'est le zinc. C'est cette facilité de s'allier, et même de s'emparer des autres métaux, qui a fait employer le plomb dans le traitement métallurgique des minerais d'argent, comme nous le verrons bientôt.

Si l'on peut à peine indiquer tous les usages du plomb à l'état métallique, il devient plus difficile encore de rappeler tous ceux de ses oxides, ou des sels qui l'ont pour base. Il suffira de nommer la litharge, le minium, le massicot, qui sont des oxides de plomb diversement préparés, et dont les usages en peinture, et dans l'art de fabriquer le verre-cristal, le flint-glass, sont si connus : la céruse, dont les applications sont si nombreuses, et que nous fabriquons aujourd'hui avec autant de perfection qu'on l'a fait pendant longtemps et presque exclusivement en Angleterre et surtout en Hollande : enfin beaucoup d'autres sels

à base de plomb qui servent dans la teinture des étoffes, dans la médecine externe, etc., tels que l'acétate de plomb (1).

De si nombreux emplois exigent annuellement une masse de plomb énorme ; aussi les mines et les exploitations de ce métal sont-elles abondamment répandues dans plusieurs parties du monde.

En *France*, les anciennes exploitations de *Poulaouen* et du *Huelgoët*, département du Finistère, sont remarquables par la profondeur de leurs travaux, la grandeur et le nombre des machines qui sont destinées à l'épuisement des eaux, à l'extraction du minerai, à sa préparation mécanique, et par les appareils destinés à la fonte et l'affinage du plomb et de l'argent. Ces mines, les plus importantes de toutes celles que possède la France, occupent neuf cents ouvriers, et produisent cinq mille quintaux métriques de plomb par an.

Les mines de *Villefort* et de *Vialluz*, département de la Lozère, occupent trois cents ou-

(1) Les Chinoises font usage du fard : le blanc provient des environs de *Singané*, capitale de la province de *Chene-si*. C'est une simple terre qu'il suffit de délayer dans l'eau. Le rouge, uniquement employé pour colorer les lèvres, est un produit végétal, une espèce de carthame. Je trouve cependant, dans un autre passage, qu'au temps de la dynastie des Min, les femmes du palais, au nombre de plusieurs milliers il est vrai, employaient pour deux millions de céruse et de cinabre. *Mémoires sur les Chinois*, t. 9, p. 226.

vriers, et livrent annuellement mille quintaux métriques de plomb au commerce.

Les mines de *Vienne*, et autres réunies, département de l'Isère, qui sont concédées depuis si long-temps à la famille de Blumenstein, sont remarquables par les procédés ingénieux qui ont été introduits dans le traitement métallurgique des minerais qu'elles produisent. A ces principales exploitations il faut en ajouter beaucoup d'autres moins importantes, ou qui ne sont encore qu'en recherche, et dont le minerai se vend en nature, sous le nom d'alquifoux, pour vernir la poterie commune. En sorte que l'administration estime le produit annuel du plomb métallique à six ou sept mille quintaux métriques, et celui de l'alquifoux à deux mille quintaux environ, représentant quatorze cents quintaux de plomb; ce qui porte le total du produit annuel du plomb métallique, en France, à environ huit mille quintaux métriques.

Nous avons à regretter plusieurs exploitations importantes qui étaient florissantes dans les trois derniers siècles, et qui sont abandonnées aujourd'hui. Telles étaient surtout les mines de la Croix, de Giromagny, de Sainte-Marie, toutes situées dans les Vosges. Celle de la Croix produisit encore, en 1756, douze mille quintaux de plomb et six mille marcs d'argent; celle de Giromagny, qu'on n'a abandonnée qu'en 1791, pourrait être

reprise avec avantage, et nous devons l'espérer de la bonne administration qui régit aujourd'hui les mines en France, et le désirer pour les besoins du commerce, qui est obligé de tirer la plus grande partie du plomb qu'il consomme de l'Angleterre ou de l'Allemagne. Cette importation de plomb étranger en France s'est élevée, en 1816 et 1817 réunis, à quatre-vingt-dix mille cent quarante-huit quintaux métriques, y compris quatorze mille quatre cent soixante-treize quintaux métriques d'alquifoux (1).

L'*Angleterre* est riche en mines de plomb et en belles exploitations : les principales sont situées dans le Derbyshire, le Lancashire, les comtés de Durham, de Northumberland, de Cumberland, le pays de Galles, etc. L'Ecosse renferme les célèbres mines de Leadhille, de Strontian, du duché d'Argyls, et l'Irlande enfin n'en est pas dépourvue. L'on estime donc le produit des mines de plomb des trois royaumes réunis à cent vingt-cinq mille quintaux métriques par an.

La plupart des mines de plomb d'Angleterre sont situées dans des terrains calcaires, et M. Roard a remarqué que le plomb qu'elles produisent est beaucoup plus pur que celui qui provient des terrains primitifs, et qu'il donne une qualité de céruse bien supérieure à celle du plomb des pays granitiques.

(1) *Ann. des mines*, t. III, p. 578.

La *monarchie autrichienne* renferme de riches exploitations de plomb, parmi lesquelles on cite principalement celles de *Bleyberg* et de *Villach* en Carinthie ; celles de la Styrie, de *Bleystadt*, de *Przibram*, de *Miess* et *Joachimsthal* en Bohême ; celles de la Galicie, celles de Hongrie, et quelques autres moins importantes qui sont répandues dans différentes parties de l'empire. Le produit de toutes ces mines est estimé annuellement à trente-deux mille trois cents quintaux métriques de métal.

Dans l'*empire russe*, les mines de plomb sont peu florissantes, et on ne les exploite guère que pour en séparer l'argent qu'elles contiennent; aussi Patrin, qui a visité ces contrées boréales, nous apprend-il que, depuis près d'une centaine d'années qu'on exploite les mines de la Daourie, il s'est formé près des fonderies où l'on affine le plomb pour en tirer l'argent, des monceaux de litharge presque aussi élevés que les maisons du pays, et qu'on l'abandonne plutôt que de la revivifier; ce qui tient à l'éloignement et à la difficulté des transports. Ce voyageur ajoute que la vaste chaîne des monts Ourals, qui se prolonge sur une étendue de cinq cents lieues; que celle des Altaï, qui sépare la Sibérie de la Tartarie chinoise, et qui est encore plus considérable, ne contiennent pas une seule mine de plomb, tandis qu'elles abondent en mines d'or, d'argent, de

cuivre, etc. Aussi l'on n'estime le produit des mines de plomb de ce vaste empire qu'à la valeur de cinq mille quintaux métriques, tandis que le *Hartz*, uni à la *Saxe*, en produisent trente-cinq mille quintaux métriques, dont trente mille sont fournis par le Hartz seul.

Les *États prussiens*, qui réunissent aujourd'hui les mines de plomb de *Bleyberg* et de *Gemünd*, situées sur la rive gauche du Rhin, et quelques autres moins importantes sur le bord opposé, possédaient, avant cet accroissement, les belles exploitations de Tarnowitz en Silésie. Aujourd'hui le produit total de ce royaume, y compris ses dépendances, peut être évalué à trente mille cinq cents quintaux métriques, y compris la valeur en métal de vingt mille quintaux d'alquifoux.

La *Suède*, la *Norwège*, et quelques autres contrées du nord sont peu riches en mines de plomb; l'on peut en dire autant de la *Bavière*, du *Wurtemberg*, etc. Mais la mine de Védrin, située dans le nouveau royaume des Pays-Bas, mérite d'être citée, puisqu'elle produit à elle seule environ deux mille quintaux métriques de plomb.

L'*Espagne* possède des mines de plomb assez nombreuses, dont l'exploitation remonte au séjour des Maures; mais elles sont aujourd'hui sinon abandonnées, du moins très-négligées; car leur produit total n'est évalué qu'à seize mille quintaux métriques. Les principales de ces mines

sont celles de Limarès en Andalousie, qui passent pour avoir produit, en vingt ans, quinze cent mille quintaux métriques de plomb.

La *Savoie* possède la mine de Pesey, près Moutiers, que les Français ont rendue célèbre par l'école pratique qu'ils y avaient fondée, et qui était remarquable alors par la méthode éclairée qui présidait à toutes les branches de cette exploitation, et par le séjour des savans professeurs que la saison des cours y attirait chaque année. La plupart des ingénieurs qui composent le corps royal des mines de France, ont été exercés ou ont professé à cette école, qui a cessé d'exister depuis l'époque où la Savoie a été détachée du territoire français. Le produit moyen de cette mine est évalué à deux mille quintaux métriques de plomb.

Telles sont donc les principales mines qui versent le plomb dont l'Europe a journellement besoin, et sur lequel l'industrie manufacturière est exercée. Cette quantité, qui approche de deux cent cinquante-cinq mille quintaux métriques, ainsi qu'on peut le voir par la récapitulation suivante, estimée à 80 francs les cent kilogrammes, équivaut à une valeur de 20 millions et demi de francs.

RÉCAPITULATION

Du produit annuel du plomb dans les différens états de l'Europe.

(Quintaux métriques, environ deux cents livres.)

France.	7,200
Angleterre.	125,000
Russie.	5,000
Autriche et dépendances.	32,000
Hartz.	30,000
Saxe.	5,000
Prusse et dépendances.	30,500
Espagne.	16,000
Pays-Bas.	2,000
Savoie.	2,000
	254,700

Les minerais de plomb exploités se réduisent à peu près aux différentes variétés du plomb sulfuré; le traitement métallurgique, ou l'art d'extraire le plomb métallique, se réduit lui-même à en chasser le soufre pour en isoler le métal. Or, on y parvient en grillant le minerai trié, lavé et préparé d'avance, soit en plein air, soit dans des fours à réverbères. Pendant cette opération, le soufre se volatilise, et le plomb, réduit à l'état métallique ou à l'état d'oxide, coule dans le bassin du réverbère, ou se revivifie en passant par un fourneau à manche ou à l'écossaise, dans lesquels le minerai oxidé est en contact avec le

charbon qui le désoxide. Ainsi, par cette méthode qui est la plus généralement suivie, le sulfure passe d'abord à l'état d'oxide, dans le four à réverbère, se convertit ensuite, pour la plus grande partie, à l'état de plomb métallique, et le reste, qui n'est point entièrement purgé de métal, est passé dans d'autres fourneaux, où le charbon qui brûle en contact avec lui, le force de céder entièrement le plomb qu'il peut encore contenir. Il existe un autre mode de traitement qui est employé depuis long-temps en Allemagne, mais dont nous devons l'importation en France à MM. de Miremont et Blumenstein, propriétaires des mines de Vienne en Dauphiné. Il consiste à offrir au soufre un corps avec lequel il ait plus d'affinité qu'il n'en a avec le plomb : ce corps, c'est le fer. On commence par fondre le minerai dans un réverbère de petite dimension, sans aucune espèce de grillage, et quand le bain est formé, l'on y jette vingt-cinq pour cent de vieux fer, de fonte granulée ou concassée ; peu de temps après le fer s'est emparé du soufre, s'est changé en sulfure de fer qui surnage, et le plomb liquide occupe le fond du bassin. Par cette méthode, on extrait complétement le plomb contenu dans deux mille cinq cents livres de minerai, à l'aide de deux ouvriers, et en moins de douze heures de travail.

La même quantité de minerai, traitée par le

mode de grillage au réverbère, exige seize heures de travail, quatre ouvriers; et le résidu n'étant pas complétement dépouillé de plomb, demande à être repassé au fourneau à manche ou au fourneau écossais. Quant à la dépense de la ferraille, qui est d'environ 52 francs, elle est plus que compensée par les instrumens de fer qui se brûlent et se rongent complétement pendant le grillage, en raison de l'affinité du soufre pour le fer, par l'économie de deux ouvriers, de quatre heures de feu, et surtout par l'avantage énorme de ne point être obligé de repasser le résidu des grillages pour en retirer le plomb qu'ils contiennent encore. Le traitement du sulfure de plomb par le fer est donc économique toutes les fois que l'usine est à portée de se procurer de vieille ferraille en abondance, ou de la fonte granulée à bas prix. C'est ainsi que la fonderie de plomb de Vienne reçoit son vieux fer ou *riblon* par le Rhône, que celles du Hartz sont alimentées par les fonderies de fer du Hartz hanovrien, telle que celle d'Altenau, qui leur livre la fonte grenaillée, etc.

Je ne puis pas entrer dans les détails relatifs à la construction des bocards, des laveries et des différens fourneaux qui servent au traitement des minerais de plomb; je sortirais plus encore de mon sujet si j'essayais de décrire la fabrication des sels et des oxides de différentes couleurs qui ont le plomb pour base; je me contenterai de citer

les principaux établissemens français et étrangers où ils se fabriquent. Ainsi le jury institué en 1819 pour l'examen des produits métallurgiques de l'industrie française, a distingué les tuyaux sans soudure fabriqués à Lille et à Marseille.

Les grandes feuilles de plomb laminé, de neuf pieds de large, fabriquées par M. Boucher de Paris.

Le minium de M. Pecard de Tours, et de MM. Roard de Clichy.

La belle céruse (carbonate de plomb), de la même fabrique de Clichy, qui rivalise avec celle de Hollande et d'Angleterre, mais qui ne peut être fabriquée qu'avec le plomb du terrain calcaire.

L'acétate de plomb (sel de Saturne) de Montpellier et de la Côte-d'Or, etc.

L'Allemagne et l'Angleterre possèdent, il est vrai, les établissemens qui ont servi de modèles aux nôtres. C'est ainsi que les environs de *Newcastle* présentent plusieurs fabriques de céruse, de litharge, de minium, de plomb de chasse, et qu'il existe un établissement analogue près de *Villach* en Carinthie, ainsi qu'en Hollande et dans les Pays-Bas, etc.

Les renseignemens nous manquent complétement sur les mines de plomb des autres parties du monde, et sur les établissemens qui en préparent les différens produits. Il est hors de doute que la Chine et les autres parties de l'Asie con-

tiennent des filons et des couches de minerais d'où on l'extrait : on reconnaît parmi les objets qui nous sont apportés de la Chine et de l'Inde, soit le métal en nature, soit les couleurs qui lui doivent naissance ; on cite des mines de plomb dans les monts *Komaoun*, au royaume d'*Asham*, dans l'Indostan ; dans l'empire des Bargmans, etc. On sait qu'il existe des mines de plomb au Brésil, dans la capitainerie de Minas-Geraës, aux États-Unis, dans la Virginie et la Louisiane ; et l'on en connaît quelques indices au Canada. Quant à l'Afrique, la minéralogie en est encore si neuve, que nous n'avons aucune données sur les gîtes de minerais de plomb qu'elle peut renfermer.

III. MINERAIS DE CUIVRE.

Les minerais de cuivre exploitables sont assez nombreux ; non-seulement ce métal se trouve tout formé dans la nature (natif), mais il se rencontre aussi à l'état de combinaison dans des minerais qui forment des filons, des couches et des amas assez importans pour qu'ils puissent donner naissance à des exploitations lucratives.

Le cuivre natif jouit de tous les caractères du cuivre fabriqué, par conséquent il sera toujours facile à reconnaître ; mais comme la plupart des minerais cuivreux présentent des aspects ou des couleurs qui sont absolument étrangers à ce métal,

je crois devoir indiquer le moyen certain d'en déceler la présence d'une manière évidente, et dans quelque minerai que ce soit. Comme il convient à toutes les espèces, je le présente avant de les décrire, afin de ne point être obligé de le répéter à chacune d'elles en particulier. Cet essai consiste à pulvériser un fragment choisi du minerai que l'on veut éprouver, à griller cette poussière dans une cuiller de fer ou d'argent, sur un feu capable de la rougir; de la remuer avec un fil de fer jusqu'à ce qu'elle ne répande plus aucune odeur, et de la jeter, encore chaude, dans de l'eau-forte. Quelques instans après, la liqueur sera d'un beau vert, si le minerai contient réellement du cuivre; et si l'on veut en avoir encore une preuve plus évidente, il suffira de tremper dans ce liquide une lame de fer bien polie; aussitôt elle se couvrira d'une pellicule du plus beau cuivre possible; ce sera donc la preuve, *ipso facto*, que l'on aura essayé un minerai de cuivre. La plupart de ces minerais n'ont pas besoin d'être grillés pour se dissoudre dans l'acide; mais, pour généraliser l'expérience, j'ai mieux aimé prescrire le grillage, qui n'est jamais nuisible, s'il est quelquefois superflu. J'indiquerai d'ailleurs, en décrivant les espèces, quelles sont celles qui se dissolvent naturellement, ou qui ont besoin de subir un grillage préalable.

1. CUIVRE NATIF,

Vulgairement cuivre vierge.

Le cuivre natif, comme on l'a déjà dit, a tous les caractères de celui qui sort de nos fabriques, et de celui dont nous nous servons journellement. La couleur, l'aspect, l'odeur, la flexibilité, le son, tout est parfaitement semblable; sa pesanteur est un peu plus forte que celle du cuivre fondu; car ce dernier ne pèse guère que cinq cent quarante-cinq livres le pied cube, et celui que l'on trouve dans la nature atteint le poids de six cents livres. Mais comme ce métal est susceptible d'augmenter sensiblement de densité par la pression, le cuivre des médailles, qui a été fortement écroui, pèse jusqu'à six cent vingt livres le pied cube.

Le cuivre natif se trouve soit en feuillets assez étendus dans les fissures des minerais, soit en grains ou en rognons, soit en cristaux octaèdres implantés les uns sur les autres, et formant des espèces de rameaux entrelacés tantôt fins et délicats, tantôt épais et massifs.

Les mines de la Touria, ou Turja en Sibérie, visitées par Patrin et Macquart, en ont offert de cette variété, dont la couleur approchait du jaune et du brillant de l'or. Les mines de la Sibérie sont très-riches en cuivre natif, dont il sort quelquefois des masses très-volumineuses, et

presque pures. Telles sont surtout les exploitations de *Gumeschefskoi*, de *Frolowski*, de *Trolotskoi-Rudnik*, et en général celles des monts *Werchoturiens;* dans toutes ces mines, le cuivre natif est engagé dans un calcaire blanc analogue au marbre de Cararre, ou dans des argiles plus ou moins colorées. Les mines d'Angleterre, et surtout celles de l'île d'Anglesey, dans le canal Saint-Georges, et de Huelgorland dans le Cornouailles, en renferment aussi de lamelleux, de cristallisé, et de toutes les autres variétés qu'il est susceptible d'offrir. Le cuivre métallique naturel se trouve dans presque toutes les mines où l'on extrait les autres minerais qui contiennent ce métal; mais souvent il ne s'y présente qu'en très-petite quantité : c'est ainsi qu'on l'a trouvé aux mines de Chessy, près Lyon, en lamelles dentritiformes appliquées sur une lithomarge blanchâtre. En résumé, ce minerai, qui forme cependant quelquefois des masses pures d'un grand volume (1), ne s'est point encore présenté en amas assez considérables pour avoir pu donner naissance à aucune exploitation; mais comme il accompagne les autres minerais, et

(1) On cite une masse de cuivre natif provenant du Brésil et conservée dans le cabinet d'Ajuda, près Lisbonne, qui pèse deux mille six cent seize livres; il en existe une masse du poids de soixante livres dans la collection du Muséum d'histoire naturelle de Paris qui a été trouvée roulée au Canada.

qu'il ne présente aucune difficulté dans le traitement métallurgique; on le recueille toujours très-précieusement partout où il se rencontre.

2. CUIVRE SULFURÉ,

Vulgairement cuivre vitreux.

Ce minerai est ordinairement couleur de plomb, tirant quelquefois sur le gris de fer, avec une teinte bleuâtre à sa surface, analogue à celle de l'acier trempé; il est compacte, rarement lamelleux et souvent éclatant : c'est même ce qui lui a valu sa synonymie.

Le cuivre sulfuré est tellement fusible, qu'il fond à la flamme d'une bougie, quand on en fait l'épreuve sur un fragment mince et pointu, il s'égrène plutôt qu'il ne se coupe avec le couteau, ce qui le distingue de l'*argent sulfuré*, que nous aurons l'occasion d'examiner en parlant des minerais de ce métal.

Le cuivre vitreux, grillé à un feu doux, devient susceptible de se dissoudre dans l'eau-forte qu'il colore en vert. Il pèse environ de trois cent trente-six à trois cent soixante-quatorze livres le pied cube. Il est composé, d'après Klaproth, de cuivre, 78,5, de soufre, 18,5, et d'un peu de fer; l'on voit donc par cette analyse, que ce minerai est excessivement riche.

Cette espèce se trouve ordinairement en petites

masses informes disséminées dans diverses gangues; mais on le trouve aussi cristallisé régulièrement, et alors il affecte la forme d'un prisme hexaèdre régulier simple,ou surchargé de facettes additionnelles.

Le cuivre sulfuré est un des minerais les plus riches. Il forme assez rarement à lui seul des filons, des couches ou des amas; mais il accompagne souvent les autres minerais cuivreux, et il en augmente toujours la richesse. On le trouve surtout en Sibérie, anx mines situées dans les monts Ourals; on l'exploite aussi à Saska et à Moldava dans le Bannat; à Schwartz en Tyrol, et dans presque toutes les exploitations qui ont le cuivre pour objet. A Frankemberg, en Hesse, on trouve ce minerai sous la forme d'épis aplatis; il paraît certain que c'est véritablement un fruit que les uns regardent comme ayant appartenu à une graminée, et les autres à un conifère qui aurait été pénétré par ce minéral cuivreux.

Comme le cuivre sulfuré renferme souvent un peu d'argent, le passage au minerai suivant est presque insensible.

3. CUIVRE GRIS OU FAHLERZ.

Ce minerai ressemble souvent au précédent par sa couleur grise, sa cassure grenue et brillante; mais il en diffère essentiellement par la

difficulté qu'on éprouve à le fondre, même au chalumeau ; il finit cependant par se réduire en un globule brun, aigre, fragile, que l'on convertit avec peine en un bouton de cuivre d'un jaune plus ou moins pâle. Pulvérisé et grillé sur les charbons ardens, il dégage une odeur de soufre très-sensible, et se dissout dans l'acide nitrique, en laissant un résidu plus ou moins volumineux.

Le cuivre gris se trouve assez souvent cristallisé, et les formes qu'il affecte, dérivant toujours de la pyramide à trois faces ou du tétraèdre régulier, ce caractère suffit pour le faire reconnaître, et pour empêcher qu'on le confonde avec le cuivre sulfuré ; car, quoique le tétraèdre soit souvent surchargé de facettes sur ses angles, elles ne le défigurent point assez pour qu'il soit difficile de le rétablir à l'instant dans sa simplicité première : ainsi la considération de la forme cristalline de ce minerai, jointe à la couleur gris d'acier suffisent pour le déterminer d'une manière certaine, puisqu'il n'y a que lui et le cuivre pyriteux, qui est d'un très-beau jaune, qui affectent cette forme. Sa pesanteur est d'environ trois cent quarante livres le pied cube ; et comme il ne fait point mouvoir le barreau aimanté, on ne peut le confondre ni avec le fer oligiste, ni avec le fer oxidulé, qui ont souvent sa couleur et son aspect.

Le cuivre gris est un composé de trois ou quatre

métaux unis au soufre ; et cette complication de principes contraste d'une manière frappante avec la forme de ses cristaux qui dérivent du solide le plus simple de la géométrie.

Les chimistes, et surtout Klaproth, se sont exercés à l'analyse de ce minerai : aussi en possédons-nous un très-grand nombre ; mais elles sont tellement différentes les unes des autres dans les proportions, qu'il nous suffira de dire que le *cuivre* s'y trouve constamment, mais y varie entre les limites

	de	26	à	48 p. cent.
Le fer.	de	3	à	27 (1)
L'antimoine.	de	0	à	36
L'arsenic	de	0	à	24
L'argent de 0, ou surtout de		$\frac{3}{1000}$	à	14
Le soufre.	de	10	à	28

Et qu'enfin le mercure et le zinc s'y sont présentés dans deux minerais différens.

D'où il résulte que l'antimoine l'emporte quelquefois sur le cuivre, et que l'argent s'y présente souvent en assez forte dose, pour que l'on puisse le considérer comme un minerai d'argent : aussi les mineurs le nomment-ils souvent *argent gris*.

On trouve dans la mine de Servoz, en Savoie, un minerai singulier qui n'affecte aucune forme régulière, qui a l'aspect pierreux, la cassure

(1) Thompson a trouvé 51 de fer dans un cuivre gris d'Écosse.

droite, la texture compacte et la couleur d'un gris très-foncé. Ce minerai, connu dans l'établissement sous le nom de *mine noire*, m'a toujours semblé avoir quelques rapports avec le cuivre gris; mais il est tellement variable, qu'il est réellement difficile de lui assigner une place dans la méthode. On en jugera par les deux analyses suivantes :

	par Klaproth.		*par Brédif.* (1)
Cuivre.	3,0	. . .	6,0
Fer.	7,0	. . .	2,4
Soufre.	8,0	. . .	17,4
Plomb.	9,0	. . .	11,6
Zinc.	0,0	. . .	15,4
Alumine.	6,0	. . .	3,2
Silice.	63,0	. . .	37,0
Perte.	4,0	. . .	7,0
	100,0		100,0

On voit que l'arsenic et l'antimoine sont remplacés par le plomb et le zinc. Quant à la quantité énorme de silice, elle n'est point combinée, car elle est souvent sensible à l'œil nu.

Le cuivre gris est peut-être le minerai le plus communément exploité, c'est lui qui produit ces cuivres argentifères que l'on affine à l'aide du plomb, et qui en contiennent souvent pour une plus grande valeur que celle du cuivre lui-même;

(1) Ingénieur des mines, sous-directeur de la mine de Pesey, mort au Sénégal à la suite des désastres de *la Méduse*.

mais le mélange des autres métaux fait naître quelques difficultés dans le cours de son traitement métallurgique. Il se trouve en filons très-puissans dans les montagnes qui sont composées de roches feuilletées, talqueuses ou micacées. Ses gangues ordinaires sont le quarz, la chaux carbonatée et la chaux fluatée ; il existe aussi dans la baryte sulfatée compacte, etc. Quant aux minéraux qui lui sont le plus souvent associés, et qui sont, ainsi que lui, presque toujours cristallisés, on remarque le cuivre pyriteux, l'argent rouge, le fer carbonaté spathique, etc. Aux mines de Servoz, il est accompagné de ce triple sulfure que M. de Bournon nomme *endellione*.

Les mines les plus célèbres où l'on exploite ce minerai sont celles de Schemnitz, en Hongrie ; de Freyberg, en Saxe; de Kapnick, en Transylvanie; celles des environs de Wolfack, en Souabe; de Cornouailles, en Angleterre; de Hualgayoc, au Pérou, etc. On l'a trouvé abondamment dans les anciennes exploitations de Baigorry et de Sainte-Marie, en France.

4. CUIVRE PYRITEUX.

Vulgairement pyrite de cuivre.

La couleur dorée de ce minéral le fait aisément distinguer des autres minerais cuivreux; ce brillant éclat passe cependant en jaune de laiton, ou

se cache sous une pellicule irisée qui présente les nuances gorge-de-pigeon, et qui sont ordinairement dues à un premier degré d'altération.

Le cuivre pyriteux perd son éclat au feu, et devient d'un brun d'autant plus rouge qu'il contient plus de fer; dans cet état, il est dissoluble dans l'acide nitrique qu'il colore en vert. On le réduit difficilement, au chalumeau, en un grain de cuivre; mais les caractères précédens, joints à son peu de dureté, le distinguent suffisamment du fer sulfuré, avec lequel on peut d'autant plus aisément le confondre, qu'il renferme lui-même une assez forte dose de fer, qui affaiblit sa belle couleur jaune, et le fait passer au jaune de laiton et au jaune grisâtre. Je crois devoir rapprocher encore les différens caractères de ces deux minerais.

Le *fer sulfuré* ne colore point l'acide nitrique en vert après qu'il a été grillé.

Le *cuivre pyriteux* grillé produit cet effet au bout de quelques instans.

Le *fer sulfuré* étincelle sous le choc du briquet.

Le *cuivre pyriteux* se brise sans étinceler.

Le *fer sulfuré* se trouve très-souvent cristallisé en cubes ou en dodécaèdres.

Le *cuivre pyriteux* est très-rarement cristallisé, et quand il l'est, c'est toujours sous la forme d'une pyramide tétraèdre.

Le *fer sulfuré* se présente souvent en masses composées de rayons divergens.

Le *cuivre pyriteux* ne s'offre point sous cet aspect.

Enfin, le *fer sulfuré* se décompose assez souvent à l'air et à l'humidité, en donnant naissance au sulfate de fer.

Et le *cuivre pyriteux* n'est point sujet à cette décomposition spontanée; sa surface seulement se couvre d'une pellicule irisée.

J'insiste sur ces caractères distinctifs, parce que la couleur et l'éclat métallique des pyrites de fer sont bien faits pour en imposer et pour entraîner dans des méprises très-graves. La pesanteur de ce minerai est d'environ trois cents liv. le pied cube. Sa richesse en cuivre est très-variable; il en renferme depuis deux jusqu'à trente pour cent. On peut juger à l'œil, jusqu'à un certain point, si ce minerai est riche ou pauvre en métal; plus il est jaune et friable sous le marteau, plus il contient de cuivre; plus il est dur et plus il approche de la couleur pâle, et moins il en contient. C'est alors le fer qui domine, et il passe au fer sulfuré par des nuances insensibles. Cette remarque, à laquelle il ne faut cependant point attacher trop de prix, n'est applicable qu'au cuivre pyriteux amorphe, celui qui est cristallisé est généralement assez riche.

Le cuivre pyriteux paraît donc être la réunion des deux sulfures de cuivre et de fer. M. Gueniveau, qui a fait l'analyse de plusieurs variétés de ce

minerai, les a trouvées composées de : cuivre 30,2, fer 32,3, et soufre 37. Cette addition considérable de fer est la cause des grandes différences que l'on remarque entre le cuivre pyriteux et le cuivre sulfuré.

Ce minerai et le précédent sont ceux que l'on exploite le plus ordinairement. Celui-ci forme aussi des couches ou des filons puissans et étendus dans les montagnes composées de roches primitives ou de transition, c'est-à-dire qui font le passage des terrains primordiaux aux terrains secondaires.

Les seules mines de cuivre que l'on exploite en France, celles de *Chessy* et de *Saint-Bel*, près Lyon, n'ont point eu d'autre minerai pendant nombre d'années; on verra bientôt qu'une heureuse découverte leur en a procuré de beaucoup plus riches. Il faudrait citer presque toutes les mines de cuivre qui s'exploitent en Allemagne et en Angleterre, si l'on voulait rappeler toutes celles dans lesquelles on rencontre ce minerai; celles de Freyberg en Saxe, de la Bohême, du Hartz, etc., produisent une variété qui est toujours irisée, et qui a reçu les noms de mine de cuivre gorge-de-pigeon ou queue-de-paon (1).

(1) L'un des meilleurs moyens de faire l'essai du cuivre pyriteux consiste à le pulvériser et à le griller dans un têt à rôtir ou sur une plaque de fer, jusqu'à ce qu'il ne répande plus de vapeurs sulfureuses; à en placer une certaine quantité dans un

5. CUIVRE OXIDULÉ,

Vulgairement mine de cuivre rouge.

Si ce minerai rouge ne se dissolvait point avec effervescence dans l'acide nitrique et ne le colorait point en vert, sans qu'il soit utile de le griller au préalable, il serait aisé de le confondre avec plusieurs autres minerais rouges qui n'ont rien de commun avec lui.

creuset de Hesse, en y ajoutant une dose de minerai cru, que l'on doit mêler exactement avec le premier :

50 grammes de minerai grillé
10 grammes de minerai cru

sont les proportions qui conviennent au cuivre pyriteux riche en métal ; on expose le creuset pendant vingt minutes dans un fourneau à vent ou au foyer d'une forge ordinaire, et l'on trouve, en le cassant, un culot de cuivre recouvert d'une couche de sulfure de cuivre très-pur, surmonté d'une plaque de scories. Si l'on a trop grillé, ou que l'on n'ait point assez ajouté de minerai cru, on ne trouve qu'une masse brune parsemée d'une multitude infinie de grains de cuivre ; si au contraire on a trop ajouté de minerai cru, la couche de sulfure est très-épaisse et se détache difficilement du bouton de cuivre.

Pour connaître la richesse du minerai, il faut peser séparément le culot de cuivre et la couche de sulfure, et déduire $\frac{1}{10}$ du poids du cuivre, parce que ce n'est que du cuivre noir, et $\frac{1}{5}$ de sulfure, parce qu'il ne contient que 80 p. cent de cuivre.

Ce procédé, que je tiens de M. de Miremont, est fondé sur ce que le minerai grillé est à l'état d'oxide, et que le soufre contenu dans celui qui est cru, s'empare de l'oxygène du premier pour former de l'acide sulfureux, qui s'échappe, et laisse le cuivre à l'état métallique : plus le minerai est pauvre, moins il faut ajouter de mine crue.

Sa couleur est ordinairement le rouge foncé très-vif; il prend même la couleur du plus beau carmin dans les variétés soyeuses ou capillaires; lorsqu'il est en masses, cette teinte est plus sombre, mais il suffit de le pulvériser pour en développer toute la richesse; il est friable, et sa cassure vitreuse est remplie d'esquilles minces et brillantes; il donne facilement un bouton de cuivre au chalumeau.

Son poids est d'environ quatre cents liv. le pied cube; c'est probablementpar erreur que Wiedemann l'a indiqué seulement de deux cent soixante-seize livres.

Il est souvent cristallisé en octaèdres implantés les uns au-dessus des autres, ou en cristaux isolés et recouverts d'une croûte verte qui est due au carbonate de cuivre. Parmi ces derniers, on remarque le passage de la forme octaèdre à la forme dodécaèdre; les faces des premiers sont souvent creuses, et si l'on brise ces cristaux verts, on trouve que leur intérieur présente tous les caractères indiqués ci-dessus.

On le rencontre aussi en petites houppes composées d'aiguilles fines divergentes, et du plus beau rouge de velours. Enfin il se présente en masses informes, dont la cassure est vitreuse, et dont la couleur rouge perce à travers la demi-transparence de ses parties les plus minces.

Ce minerai, qui renferme jusqu'à quatre-vingt-

huit pour cent de cuivre, suivant M. Chenevix, se trouve à Chessy, département du Rhône, soit en cristaux isolés, soit en masses compactes; à Huelgorland, dans le Cornouailles; à Moldava, en Hongrie; dans les mines de la Touria, en Sibérie; dans celle de Rheinbreibach, près Cologne, etc.

Je ne dois point omettre une variété importante à connaître, puisqu'elle est exploitée comme minerai, et qu'on la trouve en masses assez considérables. C'est le *cuivre oxidulé ferrifère*, qui ne ressemble nullement à celui que nous venons de décrire.

Sa couleur est le rouge de brique, son aspect est terne; il est opaque, pulvérulent, ou en masses informes et compactes; mais malgré cette ressemblance avec certains minerais de fer oxidé rouge, il se dissout dans l'acide nitrique, et le colore en vert, ce qui le fait promptement reconnaître. Il rend de dix à cinquante pour cent de métal, suivant qu'il est plus ou moins surchargé en fer. On le trouve à Frolowski en Sibérie, et dans beaucoup d'autres exploitations.

Le *cuivre piciforme* de quelques minéralogistes, est encore une variété de cuivre oxidulé. Comme il peut se rencontrer en assez grande abondance pour qu'il soit important de ne point le négliger, on le reconnaîtra à sa couleur brune, à sa cassure résineuse, et à son aspect de poix. L'épreuve de

l'acide levera les doutes; et il en sera de même pour la *mine de cuivre brun* de Jameson. On le trouve en Sibérie, et à Falkenstein en Tyrol.

6. CUIVRE CARBONATÉ.

On réunit dans cette espèce le *cuivre azure* et le *cuivre malachite.*

Le cuivre carbonaté, vert ou bleu, se dissout dans l'acide nitrique avec effervescence, et le colore en vert.

Essayé au chalumeau, il s'y réduit facilement en un grain de cuivre rouge, et il est assez tendre pour se laisser entamer avec le couteau. Tels sont les caractères communs à l'une et à l'autre variété; mais comme il n'y a point de passages entre la variété bleue et la variété verte, que la teinte bleue saute brusquement à la couleur d'émeraude, nous devons les examiner séparément.

A. *Cuivre carbonaté azuré.* (*Vulgairement bleu de montagne, pierre d'Arménie, ou cendres bleues natives.*)

Ce minerai, par sa belle couleur bleue, se distingue au premier aspect de tous les autres minéraux; le fer phosphaté est d'un bleu si sombre, qu'il ne peut être confondu avec notre beau cuivre azuré; cependant, comme il peut arriver que l'on vienne à trouver, soit du carbonate de cuivre moins pur, soit du phosphate de fer plus brillant

que celui que nous connaissons jusqu'à présent, on distinguera l'un de l'autre, en ce que le cuivre azuré conserve sa couleur dans l'huile, et que le fer phosphaté y devient noir.

Le cuivre carbonaté se trouve en cristaux réguliers parfaitement nets, et quelquefois isolés. Leur forme est généralement celle d'un prisme à quatre pans, terminé à chaque extrémité par une face plane, et dont les angles et les arêtes sont presque toujours remplacés par des facettes additionnelles. Ces cristaux dérivent d'un octaèdre scalène, suivant MM. Haüy et Cordier, et d'un prisme tétraèdre, suivant M. de Bournon.

Ce minerai se présente aussi sous la forme de lames divergentes, de masses globuleuses rayonnées, sous celles de stalactites, de poussière superficielle pure ou souillée par quelque matière terreuse, qui diminuent l'éclat de sa couleur. C'est cette variété à laquelle les mineurs donnent le nom de *fleurs*, qui est la plus commune ; on la trouve dans presque tous les filons métallifères, mais elle n'est point exploitée. Le cuivre azuré, comme minerai, était regardé, avant la belle découverte faite à Chessy, comme étant très-peu important ; il n'était recherché que par la beauté des échantillons qui provenaient des mines de la Sibérie et de la Hongrie, et qui faisaient l'ornement des cabinets de minéralogie. Le cuivre carbonaté bleu de Chessy, découvert seulement

depuis neuf à dix ans, est fréquemment accompagné de carbonate vert et d'oxide rouge. Il se présente disséminé dans un terrain de grès ancien, reposant immédiatement sur le sol primitif, et recouvert à peu de distance de là par des couches de calcaire coquillier. Les grès métallifères présentent un grain inégal composé de quarz gris, de feldspath blanchâtre, et de quelques paillettes de mica argentin ; ils forment quatre couches qui alternent avec des bancs stériles, et leur réunion présente une puissance totale de seize mètres d'épaisseur. Le minerai se montre très-irrégulièrement disséminé dans toute l'étendue de cette roche, tantôt en rognons gros comme le poing, tantôt en mouches plus ou moins petites. Une partie des masses paraissent formées de carbonate pur ; mais le plus ordinairement elles renferment une multitude de grains de quarz et de feldspath qui les font assez bien ressembler à des grès dont le ciment serait composé de carbonate azuré. Les plus beaux cristaux se trouvent en groupes enveloppés dans une argile fine, rougeâtre ou blanchâtre, qui ressemble assez bien à la terre à porcelaine préparée. C'est dans cette argile que l'on trouve les masses globuleuses dont l'intérieur et rayonné, est dont la surface est hérissée de cristaux.

Le carbonate vert et l'oxide rouge, qui accompagnent le carbonate bleu, sont moins abon-

dans que lui, mais se trouvent dans les mêmes circonstances locales (1).

B. *Cuivre carbonaté vert malachite.*

Ce minerai est toujours d'un très-beau vert velouté, qui varie du vert pomme au vert pré, au vert d'émeraude, et même au vert noirâtre. Il est très-rarement cristallisé, mais il paraît affecter les mêmes formes que la variété précédente; on en cite même des cristaux qui présentent la réunion des deux couleurs. Le plus ordinairement la malachite se présente sous la forme de concrétions mamelonnées, dont l'intérieur est très-compacte, dont la cassure est luisante, et qui est assez solide pour recevoir le poli, et même pour être gravée en creux ou en relief. (*Voyez* l'article ***Malachite***, dans la division consacrée aux pierres précieuses.)

Le carbonate vert se présente aussi en aigrettes composées d'aiguilles soyeuses, qui ne sont que des cristaux infiniment déliés, mais dont la couleur et l'aspect sont véritablement admirables. Enfin ce minerai forme, comme l'azur, des pellicules pulvérulentes colorées, à la surface des roches métallifères ou des minéraux cuivreux, mais alors il est d'un vert très-pâle.

Le cuivre carbonaté vert accompagne toujours les autres minerais de cuivre: celui qui est soyeux

(1) Cordier, *Insp. div.*, extrait d'un rapport fait au conseil général des mines. *Annal.*, t. IV, p. 16.

et pulvérulent les recouvre souvent; tandis que celui qui est compacte se trouve en stalactites dans les cavités de certains filons situés dans les monts Ourals, en Sibérie. Les cuivres carbonatés bleus ou verts sont très-riches en métal : ceux de Chessy, analysés par MM. Klaproth et Vauquelin, ont rendu à ces deux savans chimistes cinquante-six à cinquante-huit de cuivre pour cent. L'acide carbonique existe en plus grande proportion dans la variété bleue que dans la variéte verte.

Il paraît que ces deux minerais se rencontrent assez ordinairement dans des grès analogues à ceux de Chessy; on en cite en Sibérie et en Thuringe, qui ont avec eux beaucoup de ressemblance, et où le minerai est également disséminé en petites masses ou en veinules. Le grès psammite des houillères en renferme aussi. On trouve dans les schistes secondaires une espèce de cuivre carbonaté fortement mélangé de bitume, et susceptible de brûler avec flamme et fumée. Ce singulier minerai forme des couches assez étendues qui alternent avec des schistes bitumineux, et qui sont l'objet de plusieurs exploitations lucratives, quoiqu'il ne rende souvent que deux pour cent. On le trouve en Saxe, en Suède, en Dalécarlie, en Hongrie, etc.

Tels sont les minerais de cuivre les plus remarquables par leur richesse ou leur abondance dans la nature. Les espèces suivantes sont infi-

niment plus rares, et n'ont été jusqu'à présent l'objet d'aucune exploitation suivie ; mais, comme on les trouve parmi les autres minerais de cuivre, on les confond avec eux dans l'opération de la fonte. Je ne les décris au reste que pour éviter qu'on ne vienne à les rejeter dans les déblais parmi les gangues et les substances de non valeur, ce qui n'est guère possible pour la plupart d'entre elles dont la couleur verte suffit pour déceler leur nature.

7. CUIVRE ARSÉNIATÉ.

Les couleurs et les aspects divers de ce minerai, qui est une combinaison de cuivre et d'acide arsenique, sont si variés, qu'il est impossible de lui assigner des caractères extérieurs capables de le faire reconnaître. En effet, l'on trouve de ces arséniates cristallisés en octaèdres obtus, en octaèdres aigus, en tables hexaèdres biseautées, serrées les unes contre les autres, en cristaux prismatiques à base triangulaire, en aiguilles capillaires, soyeuses, divergentes, formant des concrétions et des espèces de rosaces, etc. Quant aux couleurs, plusieurs sont excessivement brillantes : telles sont les belles teintes de bleu céleste, de bleu verdet, de vert d'herbe, de vert d'émeraude, qui passent par des nuances infinies du vert-dragon au vert-olive, au vert noirâtre ; tandis que d'autres

variétés passent, en se dégradant, aux nuances les plus pâles du gris, du jaune de bois et du blanc pur.

Il faut donc avoir recours à l'essai pour parvenir à reconnaître un minerai aussi variable, quand on n'a jamais eu occasion de l'étudier dans les collections, et l'épreuve du chalumeau suffira, puisque toutes les variétés de cette espèce répandent une odeur d'ail quand on les chauffe, et qu'elles se dissolvent dans l'acide nitrique sans effervescence. Ces deux caractères suffisent pour distinguer les arséniates verts et bleus d'avec les carbonates, puisque ces derniers bouillonnent en se dissolvant, et se réduisent au chalumeau sans produire cette odeur d'ail qui décèle l'arsenic partout où il se rencontre. On a trouvé dans ce minerai de trente-neuf à cinquante-huit de cuivre métallique. Le cuivre arséniaté ne s'est encore trouvé en abondance que dans les mines de cuivre de Huelgorland, en Cornouailles; on l'a rencontré, mais en très-petite quantité, dans celles du pays de Nassau-Usingen et à Saint-Léonard, près Limoges.

8. CUIVRE PHOSPHATÉ.

Ce minerai, encore très-rare, est d'un vert noirâtre assez différent de la teinte ordinaire du cuivre malachite; il se présente quelquefois en

petits cristaux octaèdres ou prismatiques, mais le plus souvent en masses ovoïdes composées d'aiguilles qui partent d'un même centre, et qui divergent en forme de rayons. Il se distingue du cuivre carbonaté vert, en ce qu'il se dissout dans l'acide nitrique sans effervescence, et du cuivre arséniaté vert, en ce qu'il ne donne point d'odeur d'ail quand on le chauffe au chalumeau. Il est assez riche en métal.

On n'a encore trouvé ce minerai qu'à *Firnberg*, sur la rive droite du Rhin, où il est engagé dans un quarz blanc carié, taché d'oxide de fer brun; à *Lybethen*, près Schemnitz en Hongrie, et dans la mine de *Falhuen* au Chili.

9. CUIVRE MURIATÉ.

Ce minerai fut d'abord rapporté du Pérou, par Dombey, sous la forme d'un beau sable vert; mais il a été trouvé depuis au Chili dans plusieurs lieux, notamment suivant M. Heuland, à *Remolinos*, à *Soledad*, *Ojaneos*, *Guasco* et *Caymas*, dans le district de *Pudento*. Dans ces dernières localités il se présente en masses composées de lames ou de petits cristaux cubiques, et recouvre souvent d'autres minéraux de cuivre, entre autres, le cuivre gris. M. Lucas remarqua parmi le sable de Dombey de petits octaèdres cunéiformes.

Le caractère particulier à ce minerai, c'est que sa poudre, projetée sur la flamme d'un papier qui brûle, la colore en vert et en bleu, et semble en augmenter le volume. Il rend de 47 à 57 de cuivre métallique.

10. CUIVRE HYDRATÉ SILICIFÈRE.

Ce minerai ressemble assez au cuivre carbonaté vert; mais il se fait souvent remarquer par sa grande compacité et par son aspect particulier, qui le fait ressembler à un émail ou à certaines scories. Il contient beaucoup de silice; aussi quand on le met dans l'acide nitrique, le cuivre se dissout, colore la liqueur, et la silice reste blanche et intacte; il est infusible. On le trouve dans les mines de Sibérie, du Chili, d'Angleterre et d'Allemagne, où il accompagne les autres minerais de cuivre.

Le cuivre sulfaté ayant été décrit parmi les minerais salins, ne peut l'être de nouveau ici. Quant au cuivre *dioptase*, on ne peut le considérer comme un minerai, c'est plutôt une pierre précieuse d'un vert d'émeraude.

Nous venons de décrire les minerais dont on extrait tout le cuivre métallique qui est continuellement employé dans les arts et les manu-

factures; il nous reste à parler du métal lui-même.

Le cuivre nouvellement poli est d'un rouge mêlé d'orangé; il perd son éclat à l'air ou à l'humidité, en se couvrant soit d'une pellicule verte, soit d'un enduit terne et brun. Après le fer, le cuivre est le métal le plus tenace, puisqu'un fil de deux millimètres de diamètre (moins d'une ligne) porte sans se rompre un poids de près de deux cent soixante-quinze livres. Sa ductilité est très-grande, aussi l'on en peut obtenir des feuilles excessivement minces, qui servent à la préparation de l'oripeau et des clinquans; il se tire à la filière, s'étend sous le laminoir, et se forge à chaud sous le martinet après qu'il a été ainsi comprimé, ou mieux encore, quand il a souffert l'effort du balancier l'on trouve que sa densité a beaucoup augmenté.

Le cuivre coulé, ou le *cuivre rosette*, ne pèse que cinq cent quarante-cinq livres le pied cube, tandis que le cuivre monnoyé pèse jusqu'à six cent vingt livres. Il est beaucoup moins dur que le fer quand il est pur, et plus dur que l'or et l'argent. Sa saveur et son odeur sont désagréables et nauséabondes; il cristallise par refroidissement en octaèdres implantés.

Le cuivre est très-sonore par lui-même, mais on augmente encore cette propriété par son alliage avec l'étain. Il est très-difficile à fondre, et

résiste quelque temps à la chaleur du rouge blanc avant de couler. L'humidité, les corps gras, et les acides qui séjournent sur le cuivre, couvrent sa surface d'un enduit vert, connu sous le nom de *vert-de-gris*, qui est tantôt un acétate, un carbonate ou un muriate de cuivre. Cette couverte s'attache aux objets qui ont séjourné long-temps dans la terre; on la remarque surtout à la surface des médailles et des statues antiques; les amateurs en font le plus grand cas, en la considérant comme une assez bonne preuve d'antiquité dans les objets qui en sont porteurs, ils la nomment *patine*. M. Chapey, ancien directeur de la manufacture des cristaux de Mont-Cenis, m'a fait remarquer, dans son médaillier, une seconde espèce de *patine*, qui est d'un assez beau noir, et dont plusieurs médailles antiques étaient couvertes; ce vernis n'a pas plus d'un centième de ligne d'épaisseur, et résiste quelquefois à l'action du burin.

Le principal usage du cuivre pur est de servir à la fabrication d'une foule de vases domestiques et de chaudières, destinés à plusieurs manufactures; ceux qui sont de moyenne grandeur, sont d'une seule pièce, et s'ébauchent à chaud sous le martinet et sur une enclume concave. On en travaille plusieurs à la fois, de manière qu'ils entrent les uns dans les autres, en diminuant de grandeur de toute l'épaisseur des

feuilles de cuivre, que l'on emploie à cet usage; ces vases commencés portent le nom de *coupes*, et sont achetés par les chaudronniers qui achèvent de leur donner la forme qu'ils désirent et qui convient à l'usage auquel on les destine.

Quant aux grandes chaudières et aux alambics, on les construit de plusieurs pièces assemblées par des clous de cuivre rivés, et par une soudure plus fusible que le cuivre, dont je donnerai la composition en parlant de ses alliages avec les autres métaux. On a reproché aux vases de cuivre d'avoir causé nombre d'accidens, en introduisant une substance vénéneuse dans les alimens qu'on y prépare et qu'on y laisse refroidir imprudemment. En effet le vert-de-gris est un poison violent, et l'étamage ne s'oppose qu'imparfaitement à sa formation, c'est ce qui a fait bannir le cuivre des usages domestiques en Suède, où ce métal se trouve cependant avec abondance, ainsi qu'à la Chine, où l'étain et le cuivre ne sont point admis dans les usages domestiques; ils sont remplacés par les vases de fer battu et de terre cuite. Néanmoins, comme il ne faut point s'exagérer le mal, il est bon que l'on sache que l'on s'est convaincu, par des expériences directes, que ce n'est que par le refroidissement, et seulement au contact de l'air et des corps graisseux ou acides, que le cuivre produit le vert-de-gris. Il n'y a donc aucun danger à préparer les alimens dans un vase de cuivre

non étamé, pourvu qu'on ne les y laisse point refroidir ou séjourner. On a fait bouillir du vinaigre dans des capsules de cuivre, et les réactifs les plus sensibles n'ont pu y découvrir la moindre trace de ce métal ; les gelées des fruits acides préparées par les confiseurs dans des bassins non étamés, ont prouvé depuis long-temps ce que l'on vient d'avancer.

L'usage où l'on est de doubler les vaisseaux de guerre et les vaisseaux marchands destinés à des voyages de long cours, emploie une très-grande quantité de cuivre laminé, en feuilles carrées de diverses proportions, non compris les clous et les chevilles de cuivre qui servent à les assujettir. Cette précaution est le seul remède à la piqûre des *vers tarets* qui abondent sous certaines latitudes, et qui perforent les bois avec d'autant plus de danger, que leur travail est caché. Ce cuivre, par un long séjour dans les eaux de la mer, s'y convertit à la longue en muriate vert que l'on revivifie par la fusion, et que l'on ramène de nouveau à l'état métallique. On emploie aussi le cuivre à la couverture des édifices : telle est, entre autres, la coupole de la Halle au blé à Paris, dont la charpente est en fer fondu.

Les usages du cuivre pur sont peu nombreux, en comparaison de ceux où l'on emploie ses différens alliages.

Le *laiton* ou *cuivre jaune* est un alliage de cui-

vre et de zinc à l'état d'oxide; on en connaît les principaux usages qui varient à l'infini, et en raison de la ductilité et des bonnes qualités de cet alliage, sur lequel on reviendra en parlant des minerais de zinc. L'horlogerie, la construction des instrumens de physique, les épingles et une foule de vases et d'ustensiles de ménage, exigent impérieusement l'emploi du laiton, dont la couleur est plus agréable que celle du cuivre, et qui est plus dur et moins altérable que lui. Le meilleur cuivre pour cette fabrication est celui de Drontheim en Norwège; il renferme un peu de plomb qui ne nuit point à la qualité du laiton, surtout à celui qui doit être travaillé sur le tour.

Le *similor*, le *métal du prince Robert*, ou l'or de *Manheim*, résulte d'un alliage en parties égales de cuivre et de zinc métallique. Mais ces proportions dépendent en grande partie de la volonté des fabricans; car on en indique de tout-à-fait différentes; par exemple, trois à quatre parties de cuivre contre une de zinc, cinq parties de cuivre et deux de zinc, etc.

Le *tombac* est composé, suivant Klaproth, de sept parties de cuivre pur, cinq de laiton et un huitième d'étain.

Le *pinchbeck*, composé de dix parties de cuivre, de huit de zinc et d'une de fer, se forge aussi facilement que ce dernier métal, et a été proposé pour la fabrication des gros clous qui servent à la cons-

truction des vaisseaux. On le compose aussi avec une partie de laiton et une partie et demie de cuivre.

La *soudure forte* ou *brazure*, que l'on emploie, comme on sait, pour souder les pièces de fer minces, est composée de trois parties de cuivre jaune ou laiton, et d'une partie de zinc; celle qu'on emploie pour souder le cuivre, se compose de deux tiers de cuivre, et un tiers d'étain.

Le *bronze* ou l'*airain* est un alliage de cuivre et d'étain en différentes proportions.

Dans le *bronze antique*, la quantité d'étain y varie entre quatre et treize centièmes. Il paraît que les anciens ont très-rarement travaillé le cuivre pur; au moins d'après Klaproth. Si l'on en excepte quelques monnaies, l'on n'a pas encore analysé de cuivre antique sans y trouver de l'étain.

L'étain procure au cuivre un très-grand degré de dureté, et il est probable que l'on en faisait varier les proportions à raison de l'usage où l'on destinait ces bronzes. Les armes, les cuirasses et les casques de bronze, dont on nous vantait la trempe, n'étaient que des alliages où les proportions avaient été le mieux observées; et M. Darcet, en composant un alliage de cuivre et d'étain susceptible de fournir des lames de canifs, a mis cette vérité dans tout son jour, et a prouvé, de plus, que l'immersion du bronze encore rouge dans l'eau froide, le ramollit au lieu de le durcir, ce qui est le contraire de ce qui arrive à l'acier.

Le *bronze de l'artillerie* paraît exiger cinq ou six parties de cuivre, contre une d'étain; son poids égale cinq cent trente-cinq ou cinq cent soixante-dix-huit livres le pied cube; mais ces proportions varient en plus ou en moins, presque dans chaque fonderie; il paraît cependant que l'étain ne doit point dépasser douze centièmes.

Le *bronze des cloches* ou *métal de cloche*, est généralement composé de cent parties de cuivre, sur vingt à vingt-quatre parties d'étain; on y ajoute quelquefois de l'antimoine ou de l'argent. Ces proportions varient nécessairement avec le métal employé; les fondeurs ambulans qui ramassent de vieux cuivre et de l'étain de toutes qualités, font leur alliage comme l'habitude le leur indique, et font toujours un essai avant de couler. Ils emploient souvent soixante-quinze parties de cuivre contre vingt-cinq d'étain : cet alliage est gris, dur, sonore, et difficile à limer.

Comme on a beaucoup détruit de cloches en France (1), l'art d'en séparer les métaux

(1) On a évalué à douze mille les communautés religieuses et les couvens supprimés, et à trente-six mille le nombre de cloches à fondre, dont le poids total s'élevait à cent quatre-vingt mille quintaux; de plus, comme on réduisit les sonneries à deux ou trois cloches, il en résulta encore quatre-vingt mille autres cloches à fondre, évaluées à quatre cent mille quintaux, total environ six cent mille quintaux de métal de cloche mis à la disposition du gouvernement. *Journal gratuit*, t. 1, p. 131.

y a été perfectionné plus que partout ailleurs. Fourcroy, Hassenfratz, Auguste, et plusieurs autres savans ou artistes, se sont exercés sur ce sujet avec le plus grand succès, et pendant les premières années de la révolution, les sonneries les plus brillantes ont été converties en canons pour la défense de la patrie. Aujourd'hui l'on commence à remeubler les clochers, et un grand nombre ont déjà recouvré leurs bruyans carillons.

Le *potin* est un mélange impur de cuivre, d'étain, de plomb, de zinc, de fer, d'antimoine; la plupart des robinets, des chandeliers, des anneaux pour les rideaux, des tuyaux, des coussinets, des grenouilles, des mortiers, et presque tous les objets qui se moulent dans le sable, sont exécutés avec cet alliage, dont la couleur de la cassure est d'un gris sale, mais qui, étant tourné et poli, prend un brillant assez passable, résiste quelquefois assez bien au choc, ainsi qu'à la pression et au frottement.

Comme on évite dans la construction des machines, de faire frotter le fer contre le fer, on fait toujours porter les tourillons sur des pièces de potin. Cet alliage, tout impur qu'il est, doit donc être considéré comme étant très-précieux pour les arts.

Le *cuivre blanc* est un alliage de cuivre, d'étain, de platine et d'arsenic; il est particulièrement

employé à fondre les miroirs des télescopes à réflexion ; et, combiné avec plusieurs autres métaux, il fournit la matière des boutons d'habits. Les Chinois font usage d'un métal ou d'un alliage qu'ils nomment *cuivre blanc;* leur *toutenague* paraît différer de cet alliage : nous en avons déjà parlé à l'article *plomb*.

Non-seulement le cuivre pur ou allié à l'étain sert à frapper la petite monnaie courante, mais il entre aussi pour une assez forte proportion dans les monnaies d'or et d'argent et dans les ouvrages d'orfévrerie exécutés avec ces précieux métaux : son effet est de les durcir, de les rendre plus faciles à travailler, et de s'opposer, d'une manière efficace, à l'altération des monnaies par le frai. Nous reviendrons sur ce sujet en parlant de *l'argent* et de *l'or*.

Il existe beaucoup d'autres alliages, je ne cite que les principaux, ou ceux qui sont d'une utilité réelle pour les arts. Il paraît que les Chinois en préparent plusieurs qui nous sont inconnus. M. Darcet fils est cependant parvenu à imiter celui qui leur sert à exécuter le tam-tam, instrument très-sonore, qui est composé d'un alliage d'environ quatre-vingts parties de cuivre contre vingt d'étain ; il paraît qu'en trempant la pièce encore rouge dans l'eau froide, le métal se ramollit au point de pouvoir être ciselé, martelé et buriné ; qu'on lui rend ensuite sa dureté pre-

mière en le chauffant de nouveau, et le laissant refroidir lentement.

On fabrique maintenant, grâce à ces procédés, des cymbales et des tam-tam à l'école des arts et métiers de Châlons-sur-Marne, avec autant de pecfection qu'on le fait à la Chine et en Orient.

Le *lo*, qui est aussi un instrument de musique militaire chinois, est fabriqué, d'après le Père Amiot, avec un alliage composé de dix livres de cuivre, trois livres d'étain, et une de bismuth. Tout le monde connaît l'histoire du fameux alliage de Corinthe, avec lequel on assure que les quatre chevaux de Venise ont été exécutés. Suivant les historiens, et Pline lui-même, cet alliage aurait été formé par la fonte des statues et des vases de cuivre, d'or et d'argent dont cette ville était enrichie, et qui furent fondus et mélangés lorsqu'elle fut incendiée par les Romains.

A tant d'emplois divers, il faut encore ajouter ceux qui résultent de la combinaison du cuivre avec les acides; tels sont le *sulfate de cuivre*, si précieux pour la teinture des étoffes, le *verdet* ou *l'acétate de cuivre*, qui se fabrique particulièrement à Montpellier, à Narbonne et à Grenoble, et qui fournit l'une des meilleures couleurs pour enduire les bois exposés à l'air; fabrication qui utilise le marc de raisin, et qui est devenue, pour certaines provinces, une opération presque domestique. La *battiture*, qui résulte du travail

du cuivre à chaud, et qui est connue des artistes sous le nom *d'æs ustum*, sert à colorer les émaux, les verres et les poteries en vert foncé. Enfin, les *cendres bleues* et les *cendres vertes*, employées avec le verdet dans la fabrication des papiers peints, sont encore des préparations qui ont le cuivre pour base.

Le cuivre était bien connu des anciens; mais il paraît qu'ils ne l'ont employé qu'allié à l'étain et à l'état de fonte: l'existence du cuivre natif, qui n'a besoin que d'être trié et fondu, a dû les mettre sur la voie de traiter les autres minerais avec lesquels il est ordinairement associé. Aussi a-t-il été employé bien avant le fer, ainsi que le prouvent les armes véritablement antiques, et les tenons des portes et des statues qui sont en bronze et que le temps et les hommes ont respectés. On vient de voir l'énumération fort abrégée des services nombreux que nous recevons de ce métal; et l'on peut pressentir la masse énorme qui doit s'en employer annuellement, quoiqu'il soit bien prouvé qu'à l'exclusion du cuivre consommé dans les teintures et la peinture, tout celui qui est employé à l'état métallique, pur ou allié, reste et s'accumule en grande partie dans la circulation, ce qui est une suite de son peu d'altérabilité et de son assez grande valeur. En effet, le cuivre le plus vieux et le plus altéré conserve toujours assez de prix pour qu'il vaille la peine d'être ramassé

avec soin, et il s'altère si difficilement, que son enduit vert contribue lui-même à sa conservation; cette décomposition s'arrête à une certaine profondeur, et ne fait plus aucun progrès.

Les principales mines de cuivre connues sont:

En *Angleterre*, celles de Cornouailles, qui sont au nombre de plus de cent; celles de l'île d'Anglesey, dans le canal de Saint-Georges, dont la richesse est extrême; celles de Yorkshire, du pays de Galles, et celles du comté de Wicklow en Irlande. On estime le produit total de toutes ces mines réunies, à cent mille quintaux métriques de cuivre par an.

Dans l'*empire russe*, M. Patrin cite, pour la Sibérie, les mines de *Goumechefski*, et celles des bords de la *Touria;* les premières ont fourni les plus beaux blocs de malachite connus. Le produit de ces mines, joint à celui de quelques autres exploitations situées dans les monts Oural et dans l'île de *Mednoï-Ostrof*, et au Kamtschatka, est évalué à trente-trois mille cinq cents quintaux métriques par an (1).

En *Suède*, la grande exploitation de *Falun*, en Dalécarlie, à quarante lieues nord-ouest de Stockholm, dont l'origine est fort reculée, éprouva un tel éboulement, en 1647, qu'il en est résulté un

(1) Consultez l'Histoire des minéraux, de Patrin, qui a visité ces exploitations, et les Voyages de Pallas et de Macquart.

entonnoir dont l'ouverture est au jour, et dont la profondeur est d'environ quatre-vingts mètres: on y descend par un escalier. Ces mines, qui ont été décrites et figurées, il y a quelques années, dans le Voyage en Suède de M. Kirwan, occupent six cents ouvriers, et le transport du minerai se fait à l'intérieur par huit chevaux. Elles ont produit autrefois cinquante mille quintaux métriques de cuivre; elles n'en donnent aujourd'hui que six mille. Le produit total des mines de la Suède est évalué à onze mille quintaux métriques par an.

En *Norwège*, celles de Rœrras, qui en fournissent, année commune, trois à quatre mille quintaux métriques.

Dans l'*empire d'Autriche*, les mines de Hongrie, principalement celles situées aux environs de *Neusohl*, et dans le bannat de Témeswar; celles de la Transylvanie, de la Styrie, du Tyrol, de la Carinthie, de la Moravie, etc., dont le produit total et annuel est estimé à trente-deux mille quintaux métriques de cuivre rosette.

En *Prusse*, les mines de Silésie, jointes à celles du Mansfeld prussien, et au produit des exploitations situées sur la rive droite du Rhin, et appartenantes aujourd'hui à cette monarchie, peuvent être estimées à environ trois mille quintaux métriques année commune.

En *Saxe*, on cite les mines de cuivre des en-

virons de Sangershausen, du Mansfeld saxon, et de Franckenberg, dont le principal minerai est le schiste cuivro-bitumineux, et dont le produit annuel est estimé à cinq mille cinq cents quintaux métriques.

Au *Hartz*, les mines de *Rammelsberg* et de *Lauterberg* sont uniquement exploitées pour le cuivre qu'elles contiennent. Leur produit, joint à celui des exploitations du Haut-Hartz, est estimé à seize ou dix-sept cents quintaux métriques.

Enfin on cite les mines de Thalliter, de Silberberg et de Balzbach, toutes situées dans le duché de Darmstadt, et dont le produit annuel est évalué à deux mille cinq cents quintaux métriques.

Celles d'Allagne et d'Ollomont en Piémont, et celles de Riotinto en Espagne, ne sont point aussi importantes que les précédentes, mais elles méritent cependant d'être citées.

Quant à la *France*, elle ne possède que les mines de Chessy et de Saint-Bel près de Lyon, arrondissement de Larbrèles; elles ont rendu jusqu'à présent, année commune, douze à quinze cents quintaux métriques de cuivre; mais il faut espérer que la découverte qu'on a faite de minerais plus riches que ceux qu'on exploitait jadis à Chessy, va augmenter le produit de cet établissement déjà fort important et recommandable sous tous les rapports.

RÉCAPITULATION *du produit annuel des principales mines de cuivre d'Europe.*

(Quintaux métriques.)

Angleterre.	100,000
Russie.	33,500
Suède.	11,000
Norwège.	4,500
Autriche.	32,000
Prusse.	3,000
Saxe.	5,500
Hartz	1,650
Hesse-Darmstadt.	2,500
France.	1,500
	195,150

On peut porter ce produit à deux cent mille quintaux métriques, en y ajoutant celui des mines du Piémont, de l'Espagne, etc.

Le Nouveau-Monde possède des mines de cuivre assez importantes. On cite :

Au *Mexique*, celles des provinces de *Valladolid*, de *Guadalaxara*, qui, jointes à celles du Nouveau-Mexique, produisent environ deux mille quintaux métriques de ce métal.

Au *Chili*, les mines de *Coquimbo* sont fameuses par les masses de cuivre natif qu'elles ont fournies, et dont le volume était extraordinaire. Il en existe aussi au *Brésil*, dans plusieurs capitaineries, et entre autres dans celle de *Bahia*, qui a fourni une

masse de cuivre natif, pesant dix quintaux métriques.

Le *Japon* et la *Chine* possèdent des mines de cuivre dont nous ignorons l'importance, mais dont nous connaissons les produits, car on emploie beaucoup de cuivre du Japon en France, et il s'y fait distinguer par ses bonnes qualités et son prix modéré.

Les principales mines, ou celles qui produisent le meilleur cuivre du Japon, sont celles de *Saruga*, d'*Astinge*, de *Kino* et de *Kuni*, ainsi que celles qui sont disséminées dans le *Satsuma* : tous ces cuivres sont aurifères. (Thunberg et Kœmpfer.)

On sait qu'il existe des exploitations de cuivre en Barbarie, en Abyssinie, chez les Hottentots-Damaras et dans plusieurs autres parties de l'Afrique; mais nous ignorons absolument quelle est leur importance.

Quant aux mines antiques, il paraît qu'il en existait dans l'île de Chypre et dans plusieurs autres îles de l'Archipel grec. On en trouve des traces dans la Haute-Égypte; l'on cite celles de *Tocat*, de *Koureh* près *Kasthamouni*, et celle de *Gumisch-Khauoa*, près de *Trébisonde*, dans la Turquie d'Asie; celles de l'Altaï et de l'Ural, dans la Tartarie indépendante; et il est probable que les îles Britanniques fournissaient aussi une partie du cuivre que l'on alliait à l'étain pour composer

l'airain dont les peuples de l'antiquité faisaient un si grand usage pour confection de leurs armes, de leurs cuirasses, de leurs statues, de leurs beliers, de leurs monnaies et pour la plupart de leurs ustensiles de ménage.

L'art d'extraire le cuivre des minerais qui le contiennent n'a point exigé dans l'origine une aussi grande suite d'opérations métallurgiques que le traitement du fer; le cuivre natif, comme je l'ai déjà dit, se trouvant généralement associé avec les minerais cuivreux les plus riches et les plus faciles à travailler, aura conduit les premiers fondeurs à l'idée de traiter non-seulement le cuivre métallique apparent, mais aussi les matières lourdes et métalloïdes qui l'accompagnent. Or, tous les minerais de cuivre qui ne sont point sulfurés cèdent leur métal au premier feu, pourvu qu'on les mette en contact avec le charbon; et comme cette manière de fondre a dû se présenter la première, ils auront précisément débuté par le moyen qui est à la fois le plus simple et le plus conforme à la théorie de la désoxidation des métaux; et comme ils n'ont employé ce métal que fondu et allié, que la plupart de leurs ouvrages en cuivre sont coulés, ils auront peut-être sauvé l'opération du raffinage, qui est une des plus difficiles et des plus délicates du traitement actuel de ce métal.

Après avoir fait un triage des minerais les plus

riches au sortir, et quelquefois même dans l'intérieur des mines, on fait ordinairement subir à ceux qui sont plus maigres les préparations mécaniques analogues à celles des minerais de plomb, c'est-à-dire qu'on les pulvérise sous des bocards, et qu'un courant d'eau, qui passe continuellement sur des sols de fonte, entraîne la poudre métallique à travers des grilles fines, et va la déposer dans les cases d'un labyrinthe, où on la reprend pour la laver sur des tables ou dans des caisses appropriées à ce travail. Cette poudre métallique ainsi dégagée de toutes les substances pierreuses qu'elle contenait, porte le nom de *schlick*. Ainsi la mine choisie dite *mine grasse*, jointe aux *schlicks*, sont prêts à subir l'opération de la fonte; mais cette fonte est infiniment plus simple pour les minerais oxidés que pour ceux qui sont combinés avec le soufre; car dans le premier cas, c'est-à-dire à l'égard des cuivres oxidulés et carbonatés, il suffit de les fondre en contact avec le charbon pour obtenir, non pas un cuivre pur, mais un métal déjà ductile et sonore, enfin ce que l'on nomme en termes de fonderie un *cuivre noir*. Malheureusement ces minerais se présentent rarement en assez grandes masses pour que l'on puisse les exploiter seuls, et l'on est presque toujours forcé de traiter les sulfures et les cuivres pyriteux qui renferment une grande quantité de soufre qu'on ne parvient à chaser

que par des grillages nombreux et des fontes alternatives qui ont pour but de rapprocher la matière, et de la dégager de plusieurs oxides étrangers, ou de quelques substances terreuses dont on n'avait pu la purifier mécaniquement.

Le produit des fontes qui alternent avec les grillages sont des matières aigres, brunes, fragiles, d'une couleur plus ou moins violâtre, que l'on appelle *mattes*. Je compare ces mattes de cuivre à la fonte du fer. Lorsqu'elles ont subi plusieurs grillages et plusieurs fusions, elles finissent par changer leur couleur brune contre une teinte gris d'acier, et leurs pores sont remplis de filamens de cuivre rouge contournés.

Lorsqu'on est parvenu à ce point, un seul grillage suffit ordinairement pour que la fonte suivante produise le *cuivre noir*. Avant d'aller plus loin, il faut dire que le grillage du minerai s'exécute ordinairement en plein air, que l'on en compose des tas pyramidaux qui renferment quelquefois cinq mille quintaux métriques de minerai, plus ou moins, que l'on commence à allumer avec du bois ou de la houille, et qui se grille ensuite lui-même aux dépens de son propre soufre ou du bitume qu'il contient. Ce moyen est le plus économique.

Les *mattes* qui proviennent de la fonte de ce minerai grillé, le sont elles-mêmes à leur tour;

ration se fait en grand, dans un four à réverbère particulier, et, en petit, dans des bassins de brasques, que l'on nomme *catins*. L'établissement de Chessy possède un très-beau réverbère d'affinage qui fut exécuté sur les plans que Jars avait rapportés d'Allemagne. Lorsque le cuivre est jugé au *point*, on arrête le vent, on asperge sa surface avec de l'eau afin de la figer, l'on enlève la plaque qui se forme, on la jette dans un bassin plein d'eau, et l'on opère ainsi jusqu'à ce que le cuivre soit tout enlevé. Ce sont ces plaques que l'on nomme *rosettes*, parce qu'en effet leur couleur, en sortant de l'eau, est souvent du plus beau rouge cramoisi. Au Japon, l'on coule le cuivre affiné sur des grilles de fer recouvertes de toiles à voile, qui sont elles-mêmes surmontées de plusieurs pouces d'eau : c'est à ce procédé que l'on doit les barres de cuivre fondu qui nous arrivent de cette contrée.

Avant de réduire le cuivre en plaques, en planches ou en coupes, l'on est souvent obligé de l'épurer de nouveau, et de le mêler avec une certaine quantité de vieux cuivres. On prend encore des *touches* pour cet affinage, mais d'une manière toute différente de celles qui précèdent la formation des rosettes : ici, ce n'est plus à l'œil, mais au marteau, que l'on juge quand le métal est au *point*; il faut, à ce qu'il m'a paru, que la touche, qui a la forme d'une petite gouttière,

puisse s'aplatir sans se gercer, après qu'elle a été refroidie dans l'eau. Les bons cuivres sont moins sujets à cette nouvelle opération ; mais on y mêle presque toujours des cuivres qui ont déjà servi.

Si la France est pauvre en mines de cuivre, et que le métal qui provient de son propre sol atteigne à peine à la dix-septième partie de celui qu'elle manipule annuellement (1), nous pouvons au moins placer nos manufactures sur la même ligne que celles que nos voisins se glorifient de posséder. Les établissemens de Romilly et de Rugles, département de l'Eure, de Rouen, de Toulouse, d'Imphy, département de la Nièvre, ont fait admirer leurs produits, lors de l'exposition de 1819. Des feuilles de douze à treize pieds de long, sur six pieds et demi de large, ont été présentées par la manufacture de Romilly, avec des clous de cuivre propres à joindre ces belles feuilles dans la construction des chaudières, etc.

Les planches de cuivre destinées aux graveurs sont préparées chez les planeurs de Paris; les coupes sont ébauchées sous les martinets de Vienne, de Saint-Léonard, d'Essone, de Durfort, d'Avignon, et ces vases imparfaits sont terminés dans une infinité d'ateliers de chaudronnerie, répandus dans toute la France, et dont il existe des ras-

(1) On estime à vingt mille quintaux métriques la quantité de cuivre rosette, dont la France a besoin chaque année pour alimenter ses nombreux ateliers.

semblemens remarquables dans les villes de Saint-Flour et d'Aurillac, département du Cantal, dans celle de Ville-Dieu, département de la Manche, de Saumur, département de Maine et Loire, etc. Les fonderies de canons, et celles où l'on exécute journellement cette foule d'objets d'utilité ou d'ornement (1), soutiennent leur antique réputation, et ont acquis des procédés perfectionnés et économiques. Tel fut au moins l'avis du jury chargé d'en examiner les produits en 1819. Cet aperçu rapide des principales manufactures de France, dont le cuivre est la matière première, ne comprend point celles où l'on compose le laiton, et où l'on travaille ce précieux alliage. L'histoire du cuivre étant déjà fort longue, et très-compliquée, j'ai cru devoir renvoyer au zinc ce qui a rapport au laiton.

(1) On compte en ce moment à Paris huit à neuf cents ateliers où l'on travaille le bronze, en comprenant les fondeurs, les tourneurs-ciseleurs, les doreurs, etc. Ils occupent environ six mille ouvriers, et le produit de leur travail s'élève à plus de trente-cinq millions de francs. Chaptal, *Industrie française*, t. I, p. 164.

IV. MINERAIS D'ÉTAIN.

Il n'existe qu'une seule espèce de minerai d'étain, c'est *l'étain oxidé;* elle renferme plusieurs variétés qu'il importe de bien connaître, parce que ce métal est assez rare pour qu'il soit urgent de ne négliger aucun des minéraux qui le contiennent.

L'on a cru plusieurs fois avoir rencontré l'étain à l'état natif ; mais un examen plus attentif a démontré qu'il n'était qu'un vieux produit de l'art. Quant à *l'étain sulfuré*, il ne s'est présenté qu'en si petite quantité et dans un si petit nombre d'endroits, qu'on ne peut pas le considérer comme minerai; cependant nous le ferons connaître, afin qu'on ne soit point exposé à le négliger, ou à le considérer comme une simple pyrite.

1. ÉTAIN OXIDÉ.

Quand on n'a jamais vu ce minerai, il est assez difficile d'en soupçonner la nature ; sa grande pesanteur peut seule indiquer qu'il n'appartient point à la classe des substances pierreuses, et qu'il peut contenir quelque métal.

La couleur de l'étain oxidé varie du blanc jaunâtre et limpide, au noir brunâtre et opaque, en passant par toutes les teintes intermédiaires du jaune brun, du brun de cheveux, du brun rougeâtre, du brun de colophane, etc. Son aspect a

quelque chose de gras, qui passe à un certain reflet métalloïde, que les minéralogistes connaissent parfaitement, et qui se fait remarquer même dans les minerais métalliques blancs et limpides. Sa cassure est raboteuse et luisante; sa pesanteur spécifique égale 6,9 ou 483 liv. le pied cube, ce qui surpasse de beaucoup les substances terreuses ou pierreuses les plus lourdes. Un très-petit fragment placé dans le creux d'un charbon, et exposé à la flamme du chalumeau, s'y réduit en un grain d'étain, mais avec difficulté.

Comme ce minerai se trouve souvent cristallisé, la forme de ses cristaux peut aider infiniment à le reconnaître. On remarquera qu'ils appartiennent à des prismes carrés terminés par des pyramides plus ou moins compliquées. Ces cristaux, qui dérivent de l'octaèdre, sont souvent mâclés, c'est-à-dire qu'ils semblent avoir été coupés en deux parties, dont l'une aurait pivoté sur l'autre, en sorte qu'il résulte de ce dérangement de symétrie plusieurs angles rentrans, qui donnent aux cristaux d'étain oxidé une physionomie qui leur est propre. Les principales variétés de cette espèce sont :

A. *L'étain oxidé cristallisé* en cristaux bruns plus ou moins volumineux, passant au blanc limpide par les nuances qui y conduisent;

B. *L'étain oxidé disséminé* en grains plus ou moins attenués, et plus ou moins visibles, mé-

langés dans des roches primordiales de la plus haute antiquité, telles que les granits, les porphyres, les gneiss, les mica-schistes, etc.;

C. *L'étain oxidé arénacé* formant des amas pulvérulens, souvent fort étendus, ayant l'aspect d'un sable brun plus ou moins pur;

D. *L'étain oxidé concrétionné, vulgairement étain de bois.* Cette variété se présente en petites masses mamelonnées, dont la texture fibreuse rappelle assez bien le tissu ligneux et serré de certains bois. Ses veines, d'un brun rougeâtre, légèrement nuancées de mordoré, le font approcher de l'aspect de l'acajou.

Cette variété, assez rare en Europe, diffère essentiellement des autres, en ce qu'elle est absolument irréductible en étain par le feu du chalumeau; mais comme elle fait l'objet de plusieurs exploitations importantes, on ne peut pas douter que ce ne soit un excellent minerai d'étain.

L'étain oxidé de Cornouaille, analysé par Klaproth, s'est trouvé composé

D'étain.	77,50
D'oxigène.	21,50
De fer.	0,25
De silice.	0,75
	100,00

L'étain oxidé concrétionné de Guanaxuato, au

Mexique, a rendu à Descotils, 66 d'étain, 5 de fer et 29 d'oxigène.

Ce minerai appartient aux terrains les plus anciens, aux terrains granitiques proprement dits, ou aux alluvions qui en sont les débris ; les filons qui le contiennent paraissent être contemporains de la formation de ces roches antiques, car ils n'en sont point distinctement séparés par une *détache;* mais au contraire le minerai se répand dans la roche elle-même, et semble en faire partie constituante, en devenant quelquefois même assez abondant pour en augmenter la pesanteur d'une manière très-sensible ; d'autres fois l'étain oxidé forme une infinité de petits filons contournés qui se croisent en tous sens comme les veines des marbres, et qui portent en Allemagne le nom de *stockwercks.*

On trouve donc ce minerai en filons, en couches et en amas dans le granit, le gneiss, le porphyre et le mica-schiste ; et l'on remarque, à l'appui de son antique origine, qu'il est coupé par les autres filons métalliques, et qu'il ne les coupe jamais. Les substances qui lui sont ordinairement associées, appartiennent aussi exclusivement ou presque exclusivement aux terrains primitifs de la plus ancienne formation, telles que le scheelin ferruginé ou wolfram, le fer arséniaté, la topaze, la chaux phosphatée cristallisée, etc. Plusieurs de ces minéraux, et le

scheelin en particulier, peuvent même aider à la recherche de l'étain. Nous en citerons un exemple récent.

L'essai en petit de ce minerai se réduit, suivant Klaproth, à placer cet oxide dans la cavité d'un creuset brasqué, bouché par un charbon ; à mettre ce premier vase dans un second creuset de terre, et à chauffer le tout au feu de forge. L'oxide d'étain, revivifié par la brasque, qui est de la poussière de charbon, cède le métal qu'il contient. L'on pèse le culot, et l'on en déduit la richesse du minerai.

2. ÉTAIN SULFURÉ OU ÉTAIN PYRITEUX.

Ce minerai, très-rare, est difficile à reconnaître, parce que les couleurs de son aspect n'ont rien de tranché. Il est d'un gris d'acier ou d'un jaune de laiton; sa cassure grenue est inégale, et passe quelquefois à la cassure ondulée et lamelleuse ; il est facile à briser et assez tendre. Essayé au chalumeau, il y donne une odeur sulfureuse, et se fond en une scorie noirâtre ; fondu avec le borax, il colore son verre en jaune.

Klaproth a trouvé ce minerai composé de

Étain.	34
Cuivre.	36
Soufre.	25
Fer.	2
Parties étrangères	3
	100

L'étain pyriteux, soigneusement grillé et fondu

à travers les charbons ardens, produit un alliage naturel qui a quelque rapport avec le métal de cloche ; aussi lui a-t-on donné quelquefois le nom de *minerai de cloche*. On ne l'a encore trouvé qu'en Cornouailles, à Sainte-Agnès ; il fait partie d'un filon de trois mètres de puissance. On le trouve aussi dans la même province à Huel-Roch, à Huel-Scories, à Stenna-Gwynn, où il est toujours accompagné de cuivre pyriteux. On peut le considérer comme un cuivre pyriteux mélangé d'étain ; mais, jusqu'à présent, il n'a donné naissance à aucune exploitation notable.

L'étain oxidé est donc le seul minerai qui soit exploité et traité métallurgiquement, pour en retirer l'étain métallique.

Ce métal, l'un des plus anciennement connus, est d'un blanc argentin tirant un peu sur le bleu ; son éclat est vif lorsqu'il n'est point oxidé, et lorsqu'il est coulé sur des corps très-unis. Quand on le plie, il fait entendre un petit craquement très-sensible qui est connu sous le nom du *cri de l'étain* ; par le frottement et la chaleur, il répand une odeur désagréable ; enfin il est assez mou pour que l'on puisse y planter une épingle, cependant il se distingue du plomb et du zinc, avec lesquels il est permis de le confondre ; savoir :

L'ongle attaque le plomb.

L'étain se laisse pénétrer par une épingle, et résiste à l'ongle.

Le zinc fait rebrousser l'épingle.

L'étain pur pèse environ cinq cent dix liv. le pied cube; c'est le métal le plus léger de tous les métaux ductiles. Il entre en fusion à la température de deux cent dix-neuf degrés centigrades, et s'oxide très-facilement.

L'étain est assez ductile, puisque l'on en fabrique des feuilles très-minces; mais il est si peu tenace, qu'un fil d'un dixième de pouce de diamètre ne peut soutenir, sans se rompre, qu'un poids de quarante-neuf liv. et demie.

L'on connaît, dans le commerce, plusieurs étains qui sont plus ou moins recherchés, et qui se distinguent par un degré différent de pureté, et par les quantités de métaux étrangers qu'ils contiennent.

Les plus remarquables sont :

1° L'*étain de Malakka*, qui est le plus pur, se coule dans des moules qui lui donnent la forme d'une écritoire. On le nomme à Paris *etain en chapeau* : chaque masse pèse une livre.

2° L'*étain de Bancka* se trouve dans le commerce en barres de quarante à cinquante liv.; il se fait remarquer par sa blancheur et par les ébauches de cristaux que l'on distingue dans sa cassure.

Ces deux étains de l'Inde sont les plus estimés dans le commerce. Vient ensuite :

3° L'*étain de Cornouailles*, vulgairement connu des artisans sous le nom d'*étain de Corneille*. Il contient un pour cent de plomb, et un demi pour cent de cuivre. On assure même que, par ordre du gouvernement anglais, tout l'étain qui sort du royaume doit contenir quatre pour cent de plomb. On le trouve dans le commerce, soit en gros lingots, soit en baguettes d'un pouce de diamètre et de dix-huit pouces de long. Quant aux étains d'Allemagne, si l'on en importe en France, ils sont probablement confondus avec ceux d'Angleterre.

Les usages de l'étain sont très-intéressans : à l'état de métal pur, il nous fournit un nombre infini d'ustensiles de ménage qui sont précieux pour la campagne. En Suisse, en Normandie, l'étain de la maison d'un fermier est un des principaux articles du mobilier; et cette vaisselle, véritablement économique, ne saurait trop être recommandée; car, après avoir servi pendant nombre d'années, elle conserve encore sa valeur réelle, comme l'argenterie. On a cherché à jeter une défaveur sur ce métal employé soit à l'étamage, soit à la confection des vases domestiques; mais des expériences les plus soignées faites par un de nos meilleurs chimistes, M. Proust, ont prouvé jusqu'à l'évidence qu'il ne pouvait y avoir aucun

danger à s'en servir habituellement. Je ne dis point pour cela que des substances acides ne pussent, à la longue, se charger d'une assez grande quantité d'étain, allié de plomb et de cuivre, pour ne pas devenir nuisible à l'économie animale; mais il faut supposer un concours de circonstances qui rendrait les vases d'argent même, dont aucun n'est exempt d'alliage, tout aussi dangereux que les vases d'étain. Sans doute il faut prévenir les événemens, et se garantir de tout ce qui peut les causer, mais il ne faut point se priver des choses les plus essentielles ou les plus commodes, en s'exagérant les dangers qui peuvent résulter de leur usage habituel. Nous mangeons tous les jours des champignons par pur caprice, et tous les ans les événemens les plus déplorables sont causés par cet aliment pernicieux. Certainement le danger de l'étain allié n'est pas comparable à celui-là; et l'on voudrait nous priver de l'un des métaux les plus commodes, de celui qui s'oppose aux qualités vénéneuses du cuivre, quand nous n'avons pas la force de bannir les champignons de nos cuisines!

Comme il est facile d'allier plusieurs métaux à l'étain sans en changer sensiblement l'aspect, la fraude a souvent abusé de cette faculté, en dépassant de beaucoup les doses qui sont avouées par les règlemens. Il a donc fallu recourir à des moyens certains pour reconnaître surtout la

quantité de plomb ajoutée. On distingue, en Allemagne, les différentes espèces d'étain suivantes :

	Étain.	Plomb.
L'étain à 2 livres qui renferme	1	1
à 2 poinçons ou à 3 liv.	2	1
à 4 livres	3	1
à 5 livres	4	1
à 3 poinçons	84	16
à 4 poinçons	97	3

En France, les potiers d'étain ajoutent non-seulement du plomb à l'étain qu'ils emploient, mais ils y mêlent aussi du cuivre et du bismuth.

L'*étain blanc* renferme : étain 100 liv., cuivre 4 liv., bismuth 8 onces ;

Le *métal de potier* renferme : étain 100 liv., cuivre 6 liv., bismuth 18 onces ;

L'*étain commun* renferme : étain 100 liv., cuivre jaune 6 liv., plomb 15 liv., avec une addition plus ou moins considérable d'antimoine. (Sage.)

L'étain que l'on a retiré des cloches au commencement de la révolution, renfermait de l'antimoine, et n'était pas moins propre à l'étamage.

Lorsque l'étain n'est point d'*essai*, c'est-à-dire quand il ne porte pas le poinçon du potier qui en garantit la qualité, on a recours à l'*essai à la pierre*, qui consiste à couler l'étain fondu dans de petits tuyaux qui conduisent à une cavité

demi-sphérique de dix lignes de profondeur et quatorze de largeur, creusée dans une pierre.

La manière dont l'étain ainsi coulé se refroidit, le gonflement qu'il éprouve en perdant la chaleur, le cri qu'il fait entendre quand on plie l'espèce de queue qui s'attache à la masse demi-sphérique, la manière dont il tache les mains, etc., sont les caractères qui indiquent aux fondeurs, exercés la qualité et la pureté approximative de l'étain ainsi éprouvé.

L'*essai de la pesanteur spécifique*, nommé aussi essai à la balle, est infiniment plus rigoureux que l'essai à la pierre; il consiste à comparer le poids d'un volume donné d'étain très-pur, avec un pareil volume d'étain dont on cherche à connaître la qualité, et qui contient ordinairement du plomb. Or, comme le plomb est plus pesant que l'étain dans le rapport de 113 à 72, il est évident qu'à volume égal, de l'étain pur sera plus léger que celui qui contiendra du plomb, et que la pesanteur augmentera d'autant plus, que la quantité du plomb elle-même deviendra plus considérable. C'est sur ce principe qu'est fondée la table de Bergenstierna, qui se trouve à la fin de cet article, et qui contient la pesanteur absolue et relative de cent alliages différens de plomb et d'étain (1).

(1) Comme il y a pénétration dans ces alliages, leur pesanteur réelle diffère de celle qu'on obtiendrait par le calcul.

L'*alliage de l'étain et de cuivre* en proportions variables produit, comme on l'a déjà dit, le bronze de l'artillerie, celui des cloches, celui des cymbales; l'airain antique,

L'*étain et le mercure* est la composition dont on double les glaces, et qui leur donne la faculté de répéter tous les objets qui passent devant elles.

L'*étain fondu*, mis en contact avec le cuivre décapé, s'y combine, ou du moins y adhère si fortement, qu'il faut le gratter pour l'en séparer.

L'*étain fondu* avec une addition d'antimoine dans lequel on plonge des feuilles de fer laminées et préparées, donne à ce métal tout l'éclat dont il jouit lui-même, le garantit de l'oxidation et de l'action de l'humidité : c'est le fer-blanc.

Ce *fer-blanc*, dont les services sont innombrables, arrosé de différentes liqueurs acides (1),

(1) On parvient à moirer le fer-blanc en versant sur une feuille légèrement chauffée, les liqueurs suivantes, qui produisent séparément à peu près les mêmes effets.

1° Quatre parties d'acide nitrique, une de muriate de soude, deux d'eau distillée (*procédé de M. Herpin*);

2° Quatre parties d'acide nitrique et une de muriate d'ammoniaque (*id.*);

3° Deux parties d'acide nitrique, une d'acide muriatique, deux d'eau distillée (*id.*);

4° Quatre onces de muriate de soude fondue dans huit onces d'eau et deux d'acide nitrique (*procédé Baguet*).

On tient les feuilles de fer-blanc chauffées au-dessus d'une

prend un aspect nacré des plus agréables à la vue ; phénomène qui est dû à la manière dont l'étain se cristallise à la surface du fer en sortant du bain, et qui a été découvert à Paris, en 1818, dans les ateliers de M. Allard, qui a donné à ce fer-blanc ainsi préparé le nom de *moiré métallique*. On sait à combien d'objets d'ornement l'on a appliqué cette charmante découverte, qui reçoit tous les jours de nouveaux perfectionnemens. On moire maintenant l'étain en feuille comme le fer-blanc, et on l'embellit de vernis transparens et colorés, qui permettent d'en varier les aspects, et d'imiter la nacre et la malachite avec une perfection véritablement extraordinaire.

L'*étain* entre pour deux tiers dans la composition de la soudure faible des ferblantiers :

Étain	2
Plomb.	1

L'*étain combiné avec le soufre* d'une manière artificielle, produit l'*or mussif* qui sert à bronzer les figures de plâtre ou de bois, que l'on peint en vert, pour imiter la *patine* et les *frotis* des figures de bronze. Ce même or mussif augmente très-sensiblement l'énergie des machines électriques quand on en couvre les coussins.

terrine, et on les arrose jusqu'à ce que toute la surface soit moirée, ou bien on l'humecte d'une de ces liqueurs acides avec une éponge. (Consultez le *rapport de M. Mérimée.*)

L'*oxide d'etain vitrifie* acquiert une dureté très-considérable, et sert à polir les pierres et les autres corps durs ; il est connu sous le nom de *potée d'étain*.

Ce même oxide entre dans la composition des émaux blancs et des verres destinés à imiter les pierres gélatineuses, comme l'*opale*, le *girasol*, etc. (1).

Enfin, plusieurs préparations d'étain servent dans l'art de teindre en rouge et surtout en écarlate. On doit à M. Chevreul un beau travail sur ce sujet : quelques fruits cuits dans des vases étamés prennent une assez belle couleur rouge ; l'on met quelquefois même un morceau d'étain dans les

(1) Un émail est un verre coloré par un oxide métallique, d'une manière opaque ou transparente. Les émaux opaques sont formés en ajoutant de l'oxide d'étain à un verre transparent très-fusible.

L'*oxide d'étain* donne un très-beau blanc, en y ajoutant un peu d'oxide de manganèse ;

L'*émail jaune* est coloré par l'oxide de plomb, d'antimoine, ou d'argent ;

L'*émail rouge*, par l'oxide d'or ou l'oxide de fer ;

L'*émail violet*, par l'oxide noir de manganèse ;

L'*émail vert*, par l'oxide de cuivre ou l'oxide de chrôme ;

L'*émail bleu*, par l'oxide de cobalt ;

L'*émail noir*, par un oxide de fer. C'est celui dont on se sert pour marquer les cadrans. Il se nomme, dans les fabriques, *noir de trait*. (*Brongniart*, art. de *l'Emailleur*, *Ann. de chimie*, 9e vol.) Je reviendrai sur ces verres et émaux colorés, en parlant des pierres fausses. (Art. *Bijouterie*.)

vases où on les fait cuire, pour augmenter cette couleur, qui est agréable à la vue.

Les principales mines d'étain s'exploitent en Asie, particulièrement dans les îles de Banca, de Sumatra et de Ceylan, dans la presqu'île de Malaca, dans les royaumes de Siam et du Pégu, ainsi qu'à la Chine; celles de Sumatra sont ouvertes près de Palimban, sur le rivage oriental. On les regarde comme étant le prolongement des riches filons ou couches de Banca. On prétend que les mines de Banca produisent à elles seules trente-cinq mille quintaux métriques d'étain, année commune. Le Mexique est également très-riche en minerais d'étain. On y cite ceux du Monte-Gigante, dans les intendances de Guanaxuato et de Zacatecas. Le minerai qu'on y exploite est l'étain oxidé concrétionné, réduit en sable, et rassemblé dans des alluvions qui n'ont besoin que d'être lavées. Helm cite aussi les mines de Chayanza et de Paryas au Pérou.

En Europe les mines d'Angleterre, et surtout celles de Cornouailles, sont les plus importantes; plusieurs s'exploitent à ciel ouvert, et d'autres par des travaux souterrains qui s'étendent sous la mer; l'une d'elles, celle de *Penzance*, a son entrée au milieu même des flots par une espèce de tour qui a été construite à marée basse, et qui est entourée de six mètres d'eau à marée haute. On estime le produit total des mines d'é-

tain d'Angleterre à dix-huit mille blocks par an, chaque block égalant trois cent soixante livres. (*Héron de Villefosse*, *Rich. min.*)

Après l'Angleterre, la *Saxe* est la contrée qui possède les meilleures mines d'étain d'Europe; elles sont particulièrement situées à *Altenberg*, à *Zinnwald*, à *Geyer*, à *Seyffen*, à *Ehrenfriedersdorf* et à *Marienberg*. Dans plusieurs de ces mines, on attendrit encore le roc par le feu, comme cela se pratiquait partout avant la découverte de la poudre. Le produit de ces exploitations en Saxe est évalué à dix-sept ou dix-huit cents quintaux métriques.

La *Bohême* offre les mines de Schlackenwald, de Platten, d'Abertham et de Zinnwald; leur produit annuel est évalué à mille quintaux métriques. La Suède, la Norwége et le vaste empire de Russie ne renferment aucune trace de mines d'étain, ce qui est d'autant plus remarquable que l'on trouve en Sibérie les roches et les substances minérales qui accompagnent ordinairement les minerais d'étain.

L'Espagne présente aussi quelques mines d'étain, particulièrement aux environs de Monte-Rey en Galice; mais leurs produits sont peu importans. Il paraît qu'il en existait aussi dans la partie nord du Portugal; mais elles sont aujourd'hui tout-à-fait abandonnées.

Quant à la *France*, elle ne possède point en-

core d'exploitation d'étain; mais depuis plusieurs années, l'on a découvert du minerai en place qui fait espérer qu'on parviendra, par quelques recherches, à trouver des filons ou des amas assez puissans, pour que l'on puisse y établir des exploitations lucratives.

La première découverte de minerai d'étain, en France, a été faite aux environs de *Saint-Léonard* et de *Vaulry* près Limoges. M. l'ingénieur en chef de Cressac a été guidé, dans cette découverte, par la rencontre du scheelin ferruginé, qui est l'associé constant de l'étain oxidé. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que M. Allou, ingénieur, chargé des travaux de reconnaissance que l'administration des mines fait exécuter à Vaulry, y a reconnu les traces d'une ancienne exploitation par tranchées, des scories renfermant encore de l'étain, et enfin un vase antique également d'étain.

La seconde découverte de l'étain français s'est faite à Piriac, par M. de la Guérande, ancien officier de marine, qui, ayant été long-temps prisonnier en Angleterre, aux environs des mines du Cornouailles, reconnut sur la plage de Piriac des galets composés de minerais d'étain parfaitement semblable à celui d'Angleterre; depuis lors, l'administration a fait exécuter des recherches qui n'ont point été sans succès. L'on a même fait une première fonte du minerai d'alluvion,

qui formait une partie du gravier de la plage du Piriac, et qui a produit neuf cent quarante-trois kilogrammes d'étain pur.

L'étain français, quand le minerai est traité avec soin, comme il l'a été dans le laboratoire de l'école royale des mines, est reconnu supérieur aux meilleurs étains d'Angleterre; il ne le cède en rien à ceux de Banca et de Malaca. Celui de Vaulry, près de Limoges, est allié naturellement à une très-petite portion de fer; il en résulte qu'avec ce métal seul, et sans le secours des alliages artificiels qu'on introduit ordinairement dans l'étain, on peut fabriquer des ustensiles de ménage qui sont aussi fermes que l'étain allié du commerce, et dont l'usage ne présente aucun des inconvéniens de ce dernier, sous le rapport de la salubrité.

L'exposition de 1819 a offert plusieurs objets fabriqués avec l'étain national, entre autres une glace très-nette étamée avec lui, et des épingles blanchies avec ce même étain.

Il importe d'autant plus à la France que l'on découvre ce métal dans son propre sol, que l'industrie s'exerce annuellement sur trois mille cinq cents quintaux métriques d'étain, tant pour la confection des objets d'étain pur, que pour l'étamage du cuivre, du fer, et pour la fabrication des sels qui sont destinés à la teinture. Cette consommation ne pourra qu'augmenter infiniment, si les

fabriques de fer-blanc, que nous possédons dans les départemens de l'Oise, de la Nièvre, du Doubs, des Ardennes, de la Haute-Saône, de l'Aisne et des Vosges, prennent l'accroissement que nous avons lieu d'en attendre, puisqu'elles ont toutes été encouragées par des distinctions honorables, fondées sur les épreuves comparatives de leurs produits, avec ceux des fabriques d'Angleterre et d'Allemagne.

Les anciens, qui ont employé l'étain dans la fabrication de leurs bronzes, en recevaient beaucoup des différentes parties de l'Inde; mais nous sommes fondés à croire que les Phéniciens en avaient des dépôts dans plusieurs îles d'Europe, telles que les Sorlingues, qui sont, suivant les uns, les îles *Cassitérides* des Grecs, tandis que d'autres les placent sur les côtes de la Galice. Comme on exploitait de l'étain en Cornouailles, près des Sorlingues, et que les Carthaginois travaillaient aux mines de la Galice, il est possible qu'il y eût des îles nommées *Cassitérides* (du grec *cassiteros*, étain) sur les côtes d'Angleterre et sur les côtes d'Espagne. Faujas trouva, dans l'ancienne ville de *Stirling*, en Ecosse, plusieurs bas-reliefs, dont le caractère lui rappela les monumens phéniciens de Malte, ce qui lui fit présumer que ce peuple voyageur et industrieux avait aussi un dépôt d'étain dans cette partie de l'Écosse.

Le traitement métallurgique de l'oxide d'étain

est assez simple, puisqu'il suffit de le griller à plusieurs reprises, et de le fondre en contact avec le charbon pour le réduire à l'état métallique. C'est pour cette raison qu'on traite ordinairement ce minerai dans des fourneaux à manche, à peu près semblables à ceux qu'on emploie dans le traitement du plomb ou du cuivre, mais beaucoup moins élevés. M. Lampadius a décrit ce procédé dans le tome 3 de l'*Encyclopédie de chimie* d'Hildebrand, et l'on a donné le procédé de ce savant métallurgiste dans le tome 3, page 203, des *Annales des mines*.

Quant à la préparation mécanique du minerai, on le bocarde et on le lave sur des tables couvertes de toile, et l'on fait souvent précéder ces opérations d'un grillage qui rend le minerai plus facile à broyer, en même temps qu'il le purge du soufre et de l'arsenic qui est contenu dans les pyrites qui lui sont associées. Les missionnaires assurent que les Chinois ont l'art de durcir l'étain, en faisant séjourner les vases qui en sont formés dans un mélange de limaille d'acier et de sel, que l'on chauffe modérément.

TABLE DE BERGENSTIERNA

Servant à connaître la quantité de plomb contenu dans l'étain, au moyen d'un volume donné : c'est l'essai connu sous le nom d'[illegible] à la balle.

PARTIES		PESANT		PARTIES		PESANT	
D'ÉTAIN.	DE PLOMB.	Livres.	Loths*	D'ÉTAIN.	DE PLOMB.	Livres.	Loths.
100	»	100	»	49	51	123	2
99	1	100	14	48	52	123	20
98	2	100	28	47	53	124	6
97	3	101	10	46	54	124	24
96	4	101	24	45	55	125	10
95	5	102	6	44	56	125	18
94	6	102	20	43	57	126	14
93	7	103	2	42	58	127	»
92	8	103	18	41	59	127	19
91	9	104	»	40	60	128	6
90	10	104	14	39	61	128	25
89	11	104	28	38	62	129	13
88	12	105	10	37	63	130	»
87	13	105	24	36	64	130	19
86	14	106	6	35	65	131	7
85	15	106	20	34	66	131	27
84	16	107	2	33	67	132	14
83	17	107	18	32	68	133	2
82	18	107	28	31	69	133	21
81	19	108	12	30	70	134	8
80	20	108	26	29	71	134	26
79	21	109	8	28	72	135	13
78	22	109	22	27	73	136	»
77	23	110	4	26	74	136	18
76	24	110	18	25	75	137	4
75	25	111	»	24	76	137	11
74	26	111	14	23	77	138	»
73	27	111	28	22	78	139	20
72	28	112	10	21	79	140	8
71	29	112	24	20	80	140	28
70	30	113	6	19	81	140	16
69	31	113	20	18	82	141	4
68	32	114	2	17	83	142	25
67	33	114	16	16	84	142	14
66	34	114	31	15	85	143	3
65	35	115	14	14	86	144	24
64	36	115	29	13	87	144	13
63	37	116	12	12	88	145	24
62	38	116	27	11	89	146	13
61	39	117	10	10	90	146	4
60	40	117	25	9	91	147	24
59	41	118	8	8	92	148	13
58	42	118	23	7	93	148	22
57	43	119	6	6	94	149	10
56	44	119	29	5	95	149	30
55	45	120	4	4	96	150	18
54	46	120	29	3	97	151	6
53	47	121	2	2	98	151	26
52	48	121	17	1	99	152	14
51	49	122	»	»	100	153	2**
50	50	122	16				

* Le loth égale quatre gros ou une demi-once; trente-deux loths égalent une liv.

(**) Pour faire cet essai avec exactitude, il faut que l'intérieur du moule à balle soit poli et qu'il ferme bien. On fait fondre l'étain à une chaleur à peine nécessaire pour sa fusion; on ne le verse pas trop chaud dans le moule chauffé. Après le refroidissement, on coupe le col de la boule, et on compare son poids avec l'étain pur. Supposons que la boule d'étain pur pèse 100 livres fictives, et qu'une boule d'un volume égal d'étain allié pèse 108 livres et 26 loths, on en conclura, d'après la table, que cette boule est composée de 80 parties d'étain, et 20 parties de plomb, (*Mémoires de Suède, et dict. de chim. de Kloproth*).

V. MINERAIS DE ZINC.

Grâce aux nouvelles découvertes françaises, on exploitera bientôt deux minerais de zinc, soit pour en extraire le métal, soit pour convertir le cuivre rouge à l'état de laiton. Ces minerais sont le *zinc oxidé*, nommé calamine, ou pierre calaminaire, et le *zinc sulfuré*, surnommé blende.

1. LE ZINC OXIDÉ, LA CALAMINE, OU LA PIERRE CALAMINAIRE.

Voici encore un minerai difficile à reconnaître, parce qu'il n'offre point de caractère extérieur constant; tantôt il est d'un gris jaunâtre pâle, tantôt d'un brun très-foncé, ou de toutes les nuances fines et intermédiaires; il est infusible au chalumeau, et ne fait aucune effervescence avec les acides; mais il forme une gelée dans l'acide nitrique. Le zinc calamine est électrique par la chaleur; le plus petit fragment, chauffé, attire les corps légers, comme la cire d'Espagne, lorsqu'on l'a frottée; enfin, l'essai le plus décisif et le plus propre à éclairer un exploitant qui soupçonne d'avoir rencontré ce minerai, c'est de le griller, de le pulvériser, de le tamiser, et de le mêler avec de la poussière de charbon et de la limaille de cuivre rouge, d'exposer le tout dans un petit creuset, au feu de forge, pendant un certain temps, et de s'assurer si le cuivre a augmenté de poids, et s'est changé en cuivre jaune ou laiton.

Si cela est ainsi, l'on peut être certain que l'on a essayé un minerai zincifère. Les principales variétés sont :

A. Le *zinc oxidé commun*, dont la couleur est rougeâtre, dont la texture est compacte, cariée cellulaire ou rayonnée ; qui est souvent opaque, en raison du fer, de la chaux carbonatée, et de l'argile qui lui est associée.

B. Le *zinc oxidé lamelleux*, qui est plus pur que le précédent, se présente en lames ou en petits cristaux limpides, qui offrent ordinairement la forme d'un prisme comprimé hexaèdre, terminé par deux faces culminantes.

Ce minerai est composé d'une quantité variable d'oxide de zinc, et d'une dose de silice, qui est toujours très-considérable, mais qui diminue cependant à mesure que la calamine approche du plus grand degré de pureté.

Pelletier, en analysant la variété lamelleuse, la trouva composée de trente-six d'oxide de zinc, de cinquante de silice et de douze d'eau.

Smithson trouve dans celle d'Angleterre, soixante-huit d'oxide de zinc, vingt-cinq de silice et quatre d'eau.

M. *Berthier* a trouvé que celle de Limbourg est composée de soixante-onze parties d'oxide de zinc silicifère, et de vingt-huit parties de carbonate de zinc, alliées avec un peu d'oxide de fer.

Parmi les couches ou les amas de calamine que

l'on exploite dans les terrains secondaires, on trouve presque toujours une certaine quantité de zinc carbonaté que l'on confond avec l'oxide, et qui s'exploite et s'emploie avec lui. Cette espèce se lie tellement avec la précédente par des passages insensibles, qu'il n'est pas aisé de la distinguer quand elles ne sont pas l'une et l'autre à l'état de pureté. Le zinc carbonaté n'est point électrique, et ne fait point gelée avec l'acide nitrique ; mais il convertit le cuivre rouge en laiton, comme l'oxide de zinc. Il renferme, suivant Smithson, soixante-onze d'oxide de zinc, treize d'acide carbonique, et quinze d'eau. Il se présente à peu près sous les mêmes formes et sous les mêmes aspects que la calamine.

Les principales exploitations de calamine sont celles du duché de Limbourg, dites de la *Grande montagne*, dans le royaume des Pays-Bas; elles produisent sept à huit mille quintaux métriques de calamine, qui représentent une valeur de 70 à 80 mille francs. Dans le pays de Juliers, appartenant aujourd'hui à la Prusse, la calamine est exploitée conjointement avec le minerai de plomb, et forme, suivant les observations de M. Duhamel fils, une couche distincte entre deux autres couches, l'une de fer oxidé, et l'autre de plomb sulfuré, enveloppées toutes trois dans un terrain sablonneux, reposant sur un calcaire compacte. Les principales exploitations ouvertes sur ce gîte sont

celles de la montagne de *Mausbach*, et celle de *Busbach*, près *Stolberg*. Dans le *comté de la Marck*, sur la rive droite du Rhin, il existe plusieurs petites exploitations de calamine qui alimentent la fabrique de laiton d'*Iserlohn*. Les environs de *Tarnowitz*, en Haute-Silésie, présentent aussi des exploitations de calamine. La Styrie et les environs de *Raibel* en Carinthie, en possèdent aussi; enfin, l'Angleterre, dans les comtés de Derby, de Chester, dans le Nottingham et le pays de Galles, offre un très-grand nombre de mines de calamine. La France possède quelques gîtes de ce minerai; mais jusqu'à présent aucun n'est exploité.

Dans la plupart de ces gîtes, la calamine fait partie des terrains secondaires; mais elle se trouve souvent aussi comme simple association dans les filons métalliques, et surtout dans ceux qui contiennent des minerais de plomb : à Vienne, département de l'Isère, elle s'est montrée sur de gros cristaux calcaires.

La calamine n'a guère été exploitée que pour convertir le cuivre rouge en laiton; mais nous verrons bientôt que le zinc métallique commence à être employé dans plusieurs circonstances, qu'on en multiplie les usages, et que tout fait présumer qu'il prendra sa place au rang des métaux utiles et usuels.

2. ZINC SULFURÉ, BLENDE.

La couleur de ce minerai est très-variable; mais son aspect brillant et lamelleux le fait assez facilement reconnaître. Lorsqu'on le brise, on met toujours quelques faces à découvert, dont la surface est unie et miroitante; mais quel que soit l'éclat de ce minéral, sa poussière est toujours grise et terne, ce qui le distingue de plusieurs autres substances métalliques, telles que le plomb sulfuré, le schéelin, etc. Le zinc sulfuré accompagne presque toujours le minerai de plomb, et cette association est si constante, qu'elle peut aider à le faire reconnaître. Un fragment jeté dans l'acide sulfurique exhale une odeur d'œufs pouris très-sensible; quelques variétés sont phosphorescentes par le frottement, même sous l'eau.

Ce sulfure est très-souvent cristallisé, et ses cristaux dérivent d'un dodécaèdre à faces rhomboïdales, plus ou moins surchargées de facettes additionnelles.

Ce minerai pèse environ deux cent quatre-vingt-dix liv. le pied cube. Ses principales variétés sont :

A. Le *zinc sulfuré cristallisé*, qui est ordinairement associé au plomb, au fer sulfuré, au cuivre gris et à beaucoup d'autres minéraux également cristallisés; ses gangues sont le quartz, la chaux carbonatée, la baryte sulfatée, la chaux fluatée, etc.

B. Le *zinc sulfuré laminaire*, disséminé dans sa gangue sous la forme de petites masses informes, dont la fracture offre de grandes faces planes, miroitantes.

C. Le *zinc sulfuré concrétionné*, compacte, d'un brun noirâtre, en masses dont l'intérieur présente l'aspect d'une substance formée par couches concentriques, à la manière de l'albâtre ou de la malachite, et qui semble composé d'une infinité d'aiguilles divergentes, étroitement unies les unes aux autres; cette variété, la seule qui s'éloigne de l'aspect des autres blendes, s'est trouvée à Géroldseck en Brisgaw, et a été analysée par M. Hecht de Strasbourg.

Quant aux variétés de couleurs, les plus tranchées sont le jaune de topaze, le jaune de soufre, le brun de résine, le brun rougeâtre et le brun de cheveux passant au noir; toutes ces variétés rembrunies offrent toujours des reflets rouges, soit dans leur centre, soit dans la partie la plus mince de leurs bords.

Les chimistes trouvent toujours du zinc et du soufre dans la composition de ce minerai, avec une légère proportion de fer. L'une des dernières analyses faites sur la blende de Pompéan, par M. Berthier, a donné :

Zinc métallique.	0,704
Fer métallique.	0,040
Soufre.	0,356

Le zinc sulfuré, accompagnant presque toujours les minerais de plomb, doit nécessairement en partager le gissement; aussi le trouve-t-on dans les filons et les couches métallifères qui traversent les terrains primitifs, les terrains de transition et les terrains secondaires. Il abonde dans les mines d'Angleterre, de France et d'Allemagne; mais comme il n'a été considéré jusqu'à présent que comme un minerai de non valeur, dont la présence entravait même les préparations mécaniques et la fonte des autres minerais, on s'est peu attaché à en signaler les principaux gîtes : on va voir qu'il en sera désormais tout autrement, puisqu'on vient de parvenir à l'utiliser dans la fabrication du zinc métallique, et dans celle du cuivre jaune ou laiton.

Le zinc métallique n'ayant eu jusqu'à ces derniers temps que des usages assez bornés, on s'était fort peu attaché à le retirer des minerais qui le contiennent; celui qui se trouvait dans le commerce, provenait, en grande partie, du traitement métallurgique des minerais de plomb dont on n'avait pas pu le débarrasser totalement par le lavage, et qui s'en séparait dans le fourneau même où on le fondait : tel est celui qu'on retire dans l'usine de *Goslar*, au Hartz, de la fonte des minerais du *Rammelsberg*, dont la quantité s'élevait par an

à environ vingt-cinq ou trente quintaux métriques seulement; mais aujourd'hui on l'extrait directement de la calamine, en Hollande, en Angleterre et dans l'Inde; et c'est particulièrement de cette première contrée que l'on reçoit celui qui est consommé en France. Il paraît que le *toutenague* des Chinois n'est autre chose que le zinc pur qu'ils retirent probablement de la calamine qui leur est apportée de *Tonquin*, suivant Kœmpfer. Le zinc, que l'on croyait à peine susceptible de s'étendre sous le marteau, ne servait alors qu'à fabriquer ces alliages brillans destinés à la bijouterie fausse et commune, et connus sous les noms de *similor*, d'*or de Manheim*, de *métal du prince Robert*, de *Pinchbeck*, de *Tombac*, etc.

Ce fut pendant que les contrées, qui renferment les grandes exploitations de calamine de Limbourg et du pays de Juliers, appartenaient au territoire français, qu'on entreprit avec succès, dans la ville de Liége, de réduire la calamine pour en obtenir le zinc pur, et qu'on parvint, dans les ateliers de Givet, à laminer et à tirer ce métal à la filière. C'est de ce moment que l'on connut tout le parti qu'on pouvait tirer du zinc, et qu'on put en apprécier les qualités. Ces premiers essais furent faits par MM. Poncelet Ramet, fabricans français établis à Liége, qui s'étaient déjà fait connaître avantageusement par leur fabrique d'acier fondu.

Le zinc métallique mieux connu est d'un blanc bleuâtre ; il est plus dur que l'étain, ne se laisse point pénétrer par une épingle, mais se laisse couper et limer ; il est moins fusible que le plomb, et beaucoup plus que le cuivre. Il pèse cinq cent trois liv. le pied cube, et un fil de deux millimètres de diamètre ne peut supporter qu'environ vingt-cinq liv. sans se rompre, ce qui est cependant infiniment plus que le plomb. Il résiste mieux à la filière qu'au laminoir, puisqu'on le place le sixième dans l'ordre des métaux qui se filent le plus facilement, et le huitième seulement dans l'ordre de ceux qui se laminent le plus parfaitement. Nous avons déjà fait observer cette différence en parlant du fer. Il brûle avec une flamme blanche éblouissante, quand on l'expose à une haute température. La saveur du zinc est astringente, et très-sensible. Le zinc fut connu des anciens sinon à l'état métallique, du moins à l'état d'oxide ; car on en trouve dans quelques médailles antiques ; parmi les modernes, on assure que Paracelse, mort en 1541, fut le premier auteur qui l'indiqua (1) sous le nom qu'il porte aujourd'hui. Le zinc se rattache à l'histoire du galvanisme, puisque les piles voltaïques furent composées de disques de cuivre, et de disques de zinc, et qu'on le fait encore entrer aujourd'hui dans la composition

(1) Léman, Nouveau Dict. d'hist. nat., article *Métaux*.

de ces mêmes appareils. En effet, sa faible pesanteur, sa dureté et la lenteur avec laquelle il s'altère, lui valaient nécessairement cette préférence sur le fer, qui se rouille, sur le plomb, qui est lourd et mou, etc. Le zinc laminé peut servir à doubler les réservoirs, les baignoires, les vaisseaux, et à former des tuyaux pour la conduite des eaux, etc. Il se soude avec la même facilité que les feuilles de plomb, de cuivre ou de fer-blanc, et sa légèreté spécifique, qui est à celle du plomb comme 7 : 11, lui donne un avantage décidé sur ce métal, par rapport au prix. Enfin l'on est parvenu à fabriquer des feuilles de zinc de six pieds de long, sur quatre de large, et à les amener à ne peser que six onces le pied carré; et le zinc que l'on tire de Hollande, et des nouvelles possessions du roi de Prusse sur la rive gauche du Rhin, ne vaut en France que 60 francs au plus le quintal métrique. A l'époque où Liège, Givet et Namur appartenaient à la France, les fabricans de zinc de ces pays avaient proposé au gouvernement français, de fournir des feuilles de ce métal, pour couvrir les édifices publics, et l'on y trouvait plusieurs avantages; mais M. Héricart de Thury, qui faisait partie de la commission chargée d'examiner le projet, objecta avec beaucoup de raison que le zinc ayant la propriété de brûler avec une flamme blanche et éblouissante, et de produire en même temps une

foule de petites pellicules blanches, qui voltigent dans l'air comme de la gaze, il serait absolument impossible d'approcher un pareil incendie. On a essayé de faire des tuyaux de poêle avec des feuilles de zinc; mais il est arrivé à ma connaissance que le feu ayant pris à la suie, dans un de ces tuyaux, qui passait dans une armoire, on le trouva fondu et donnant issue aux flammes; le zinc n'est donc pas propre à cet usage; mais comme il n'a aucune des mauvaises propriétés du cuivre et du plomb, relativement à l'économie animale, on parviendra peut-être à le substituer à ces deux métaux, sinon partout, au moins dans plusieurs circonstances (1); cependant quelle que soit l'application du zinc métallique, son emploi à l'état d'oxide l'emportera long-temps encore pour la fabrication des laitons, dont la consommation est si considérable. Le zinc entre dans la composition du feu d'artifice. C'est ici qu'il faut rendre compte de l'heureuse découverte de mon compatriote M. Boucher, l'un des principaux fabricans de l'Aigle, département de l'Orne, qui est parvenu à nous affranchir du tribut que nous payions à l'étranger, soit pour le laiton de Suède, de Namur ou d'Angleterre, soit pour l'importation des calamines, dont nous ne possédons aucune exploitation en France, tandis que nous

(1) Voy. dans la *Bibliot. brit.*, n° 296, un *Mémoire de M. Sylvestre* sur le zinc laminé, etc.

avons en abondance le minerai qu'il a su lui substituer avec tant d'avantage.

L'on sait que le *laiton* ou *cuivre jaune*, se fabrique avec le cuivre rouge que l'on fond en contact avec de la calamine, ou oxide de zinc mêlé de charbon, dans des creusets chauffés dans des fours (1); que l'alliage étant parfait, se coule en planches dans des moules formés de deux dales; que ces feuilles se débitent sous cette forme, pour le service d'une foule de manufactures et d'arts mécaniques; que les mêmes lames coupées en lanières, se passent à la filière, et produisent des fils de toutes les finesses, qui alimentent les manufactures de tissus métalliques, les fabriques de cordes simples, et de cordes filées pour les instrumens de musique, celles des épingles dont l'emploi est si énorme, si général et si journalier; l'horlogerie fait à elle seule une consommation inouïe du laiton sous toutes les formes, puisque les principales pièces des montres et des horloges sont taillées, tournées ou fondues en laiton, et que l'on estime qu'il se fabrique en France seulement trois cent mille montres par an, et cinq mille pendules (2), que les ateliers de

(1) Cet alliage est plus dense que ne l'est le cuivre et le zinc séparément; cela tient à un arrangement des molécules de ces deux métaux, qui est tel qu'il reste moins de vides dans l'alliage que dans chaque métal en particulier.

(2) Chaptal, *Industrie française*.

chaudronnerie façonnent plusieurs ustensiles de ménage que l'habitude exige, en laiton; que tous les instrumens de physique, d'optique et de mathématiques sont établis pour la plupart avec cet alliage; que les tissus et les treillis de laiton sont devenus indispensables aux papeteries perfectionnées, pour la confection des formes des papiers ordinaires et des papiers vélins; que ces mêmes tissus s'appliquent à la construction des cribles et des tamis; et, qu'enduits d'une colle animale (colle de poisson), ils remplacent le verre et la corne, pour la construction des phares et des lanternes marines; qu'enfin, les manufactures d'épingles, dont les plus importantes sont établies à l'Aigle en Normandie, de temps immémorial, occupent plusieurs milliers d'individus de tout âge, de tout sexe, depuis le tireur de fil jusqu'à la femme qui frappe la tête, et à l'enfant qui *boute*, ou qui met l'épingle dans les papiers percés d'avance. Cette fabrication, si simple en apparence, exige l'emploi d'une foule de moyens ingénieux qui se sont perfectionnés de nos jours, et qui étaient absolument inconnus aux anciens, qui fondaient leurs épingles grossières d'une seule pièce, tandis que la tête des nôtres est légère, composée de deux demi-tours, et d'un tour entier de petit laiton plus fin que le corps de l'épingle, et assujetti solidement au moyen du choc d'un mouton qui la serre et l'arrondit en même temps.

Mais de tous les perfectionnemens qui ont eu lieu dans cette branche d'industrie, celui qui intéresse essentiellement la France, et qui fera certainement époque dans les annales de son industrie manufacturière, c'est le changement heureux que M. Boucher de l'Aigle vient d'y apporter, en fabricant le laiton avec le sulfure de zinc, qui est si commun en France, et en donnant une valeur réelle à une substance qui a été rejetée jusqu'à présent, dans tous les ateliers d'exploitation.

Gellert, Jars et Duhamel père avaient depuis long-temps proposé le moyen de convertir le cuivre rouge en laiton, en le cementant avec du zinc sulfuré grillé, et par conséquent réduit à l'état d'oxide; mais soit que l'on eût entièrement négligé ces premières notions, ainsi que cela n'arriva que trop souvent, soit qu'on ait été rebuté par les difficultés inséparables de toute innovation, le fait est que tout le laiton se fabriquait avec la *calamine* naturelle, ou avec la *cadmie*, qui est un oxide de zinc sublimé, et recueilli dans les cheminées des fourneaux où l'on traite les autres minerais, et qui se nomme aussi *kiess*. C'est ainsi qu'il se fabrique à Holywell, en Angleterre; à Norkioping, en Suède; à Stolberg dans le pays de Juliers; à Namur, à Jemmape, en Saxe, etc. Quant aux proportions, elles sont excessivement variables, ce qui tient en grande partie à la qualité des calamines em-

ployées. A Stolberg et à Namur, on emploie quarante livres de cuivre en coupeaux, contre soixante-cinq livres de calamine de Limbourg, et le double en volume de charbon ; l'opération dure douze heures, produit un premier alliage que l'on nomme *arcot*, et qui a besoin d'être refondu avec de la calamine mêlée de charbon, pour être converti en laiton proprement dit.

C'est cette calamine qui est remplacée aujourd'hui en France, par la blende grillée, qui est absolument de la même nature que la calamine. En vain concevrait-on encore quelques doutes sur cette parfaite identité ; ils doivent disparaître devant les expériences décisives faites en grand par M. Boucher. Non-seulement ce fabricant distingué a opéré plusieurs fois, avec de la blende de Pompéan (1), sur des quantités de cuivre égales à celles que l'on emploie dans les Pays-Bas ; mais encore il a converti le laiton qui en est résulté, en divers objets manufacturés, qui ne laissent rien à désirer ni pour la beauté, ni pour la qualité. Telles sont les planches laminées, des fils depuis les numéros ordinaires jusqu'aux plus fins, des épingles de toutes les dimensions, et des élastiques de bretelles de tous les numéros (2). Le zinc sulfuré a même cet avantage sur les cala-

(1) Cette blende est d'un brun rouge très-foncé.

(2) Duhamel, rapport sur la fabrication du laiton en France. *Ann. des mines*, t. III, p. 377.

mines, c'est qu'il est plus riche en métal, et que l'on pourra sauver l'opération préliminaire ayant pour objet la fabrication de *l'arcot*, qui n'est que du laiton non saturé de zinc, ainsi que l'on s'en est assuré dans les ateliers de M. Boucher, en composant du laiton destiné à servir en feuilles plates, avec

28,5 kilog. de cuivre rosette.
9 — de mitrailles jaunes.
30 — de blende.
15 — de charbon de bois.
5 — de zinc métallique.

Et d'autre laiton destiné aux épingles, avec

31,50 kilog. de cuivre rosette.
5 — de mitrailles jaunes.
30 — de blende.
15 — de charbon de bois.
6 — de zinc métallique (1).

Grâce à ces expérienees, dit M. Duhamel, on

(1) Le laiton, destiné à passer à la filière, ne doit point contenir de plomb, parce que ce métal le rend sec et cassant.

Celui qui est destiné au tour, doit être allié à une petite quantité de ce métal, parce qu'il le rend plus sec et plus facile à couper.

Quant au fer que l'on trouve presque toujours dans le laiton, et qui le rend attirable à l'aimant, il provient soit de l'oxide de fer contenu dans la calamine, soit des vieilles mitrailles de cuivre jaune avec lesquelles il se trouve mélangé.

ira bientôt remuer les deblais de plusieurs de nos exploitations délaissées, pour y chercher le zinc sulfuré que l'on a long-temps rejeté comme inutile ; et ce minerai pourra contribuer au succès des exploitations mêmes, qu'il fit quelquefois abandonner.

La valeur brute de la blende nécessaire à la confection du laiton que nous consommons en France, du zinc métallique que nous employons aussi, s'élève à la somme de 595,000 francs, dont 138,000 francs employés pour la confection du laiton.

Ces détails suffiront aux gens de l'art, et à ceux qui sont versés dans l'industrie manufacturière, pour apprécier le service éminent que M. Boucher vient de rendre à sa patrie. Mais pour avoir une idée précise des procédés employés dans la fabrication du laiton en général, nous renvoyons au troisième volume des Annales des Mines, où l'on trouvera dans les mémoires de M. Duhamel, inspecteur général, de M. Berthier, ingénieur des mines, et de M. Boucher, le résumé de tout ce qui a été écrit sur la fabrication de cet alliage, par les procédés ordinaires, le détail du nouvel emploi de la blende, et des avantages qu'il présente.

Dans les tableaux des substances minérales qui ont été importées de l'étranger en France, en 1816 et 1817, M. Cordier, inspecteur division-

naire des mines, porte la quantité de la calamine, pour ces deux années, à deux cent soixante-cinq mille huit cent trente-quatre kilogrammes; les oxidés artificielles (tutie ou pompholix) à quatre cent quinze kilogrammes; le zinc métallique en lingots à cinq cent soixante-huit mille quatre cent trois kilogrammes, et le zinc laminé à soixante-treize mille trois cent cinquante-neuf kilogram. Possédant sur notre sol un minerai de zinc abondant, dont il existe des quantités immenses tout extraites, nous pouvons raisonnablement espérer d'affranchir nos manufactures de ce tribut qu'elles paient à l'étranger, et leur assurer une sécurité qu'aucune crise politique ne saurait plus troubler.

VI. MINERAIS DE MERCURE.

Le mercure natif et le mercure sulfuré sont les deux seuls minerais exploités pour en extraire le mercure, que les arts, les sciences et les manufactures réclament.

1. LE MERCURE NATIF,

Vulgairement connu sous le nom de vif-argent.

Il se trouve tout formé dans la nature en globules disséminés dans différentes gangues, et adhérant à leur surface, ou en bien petits amas rassemblés dans les fissures et les cavités de ces roches. Il est quelquefois assez considérable pour

que l'on puisse l'extraire avec des seaux dans l'intérieur des mines; mais ce fait est rare, et le mercure natif ne forme jamais seul l'objet d'aucune exploitation. Je n'insiste point sur les caractères de ce minerai; car tout le monde connaît la fluidité naturelle de ce métal, et ce seul caractère suffit pour le faire reconnaître partout où on le rencontre. J'ajoute seulement que le mercure coulant se combine quelquefois avec l'argent, et qu'il devient solide et susceptible de cristalliser; dans ce cas, il contient un tiers de son poids d'argent; mais on en trouve où le mercure est en excès, et alors l'amalgame est mou et presque fluide.

Cette espèce, que l'on nomme *amalgame naturel*, *ou mercure argental*, accompagne les autres minerais de mercure sous la forme de très-petits cristaux arrondis, de petites masses informes, ou de lames engagées dans les cavités de gangues ferrugineuses et argileuses, ou à la surface de certaines lithomarges qui contiennent le mercure natif, ainsi que les autres minerais de ce métal; mais il est toujours peu abondant et même assez rare dans les mines, pour qu'il soit presque entièrement absorbé par les collections de minéralogie.

2. LE MERCURE SULFURÉ,

Vulgairement cinabre natif.

La couleur rouge, plus ou moins foncée, variant de la teinte la plus vive et la plus éclatante au rouge sombre du sang coagulé, est la livrée constante du mercure sulfuré; sa poussière même présente souvent aussi la couleur du plus beau rouge écarlate. Un fragment pur et choisi, exposé au feu du chalumeau, se volatilise complétement en donnant une flamme bleue et une odeur sulfureuse; ce qui le distingue des autres minerais rouges; savoir :

Du *fer oxidé rouge*, qui devient noir et attirable;

Du *cuivre oxidulé*, qui produit un bouton de cuivre;

De l'*argent rouge*, qui se réduit en un grain d'argent après avoir répandu une odeur d'ail;

De l'*arsenic sulfuré réalgar*, qui s'évapore en répandant une fumée blanche et une aussi forte odeur d'ail.

Lorsque ce minerai est pur, ce qui est assez rare, il pèse sept cent cinq livres le pied cube; mais, communément, son poids est de cinq cent quarante-cinq liv. Les principales variétés de ce minerai sont :

A. *Mercure sulfure cristallisé*, en très-petits cristaux aplatis lamelliformes qui dérivent d'un

prisme hexaèdre régulier, dont la couleur est rouge sombre, recouvert d'un enduit métalloïde. Ces cristaux pulvérisés produisent une poudre d'un rouge écarlate.

B. *Mercure sulfuré lamellaire*, en petites masses composées de lames entre-croisées ou divergentes.

C. *Mercure sulfuré écailleux*, en lamelles curvilignes couchées sur leurs gangues, ou formant de petites masses sphéroïdales;

D. *Mercure sulfuré granulaire*, ayant l'apparence d'un grès, composé de grains de quarz, de fer sulfuré et de mercure sulfuré;

E. *Mercure sulfuré amorphe*, en petites masses, dont la cassure est vitreuse; sa grande pesanteur est remarquable, et sa surface est souvent d'un rouge sombre métalloïde.

F. *Mercure sulfuré fibreux;* il est soyeux, tendre, tache les doigts, et fait le passage à la variété suivante.

G. *Mercure sulfuré pulvérulent.* C'est cette variété qui porte le nom de *vermillon natif*, ou fleur de cinabre. On la trouve dans les cavités des gangues caverneuses argilo-ferrugineuses; sa couleur est brillante.

APPENDICE.

MERCURE SULFURÉ BITUMINIFÈRE,

Vulgairement mercure hépatique.

Sa couleur rouge sombre varie du brun rouge au gris de plomb et même au noir; l'air lui enlève une espèce d'éclat semi-métallique, dont il jouit au moment où il sort de la mine; il se brise très-facilement, et sa texture intérieure est finement granulaire. Ce minerai, qui contient du carbone ou du bitume, est très-riche en mercure. Il se présente en masses compactes, feuilletées ou testacées.

Les minéralogistes distinguent aussi un mercure sulfuré ferrifère, qui se présente en petits cristaux d'un gris d'acier, qui deviennent attirables à l'aimant quand on les chauffe au chalumeau ou même à la simple flamme d'une bougie. On présume que cette sous-espèce renferme aussi du cuivre et de l'antimoine.

Tous ces minerais sont très-riches, et ont toujours donné à l'analyse 84 à 85 de mercure, et 14 à 15 de soufre. Celui qui est bitumineux n'a donné que 81 de métal; mais comme il se trouve en couches puissantes, il doit être considéré comme l'un des principaux minerais de mercure.

Quant au mercure muriaté, il est si rare et se présente en si petite quantité dans les mines qui

le renferment, que cette espèce n'intéresse nullement les exploitans, et qu'elle n'est recherchée que par les minéralogistes. Elle se présente en petits grains, en petites incrustations, ou en cristaux microscopiques d'un gris fuligineux, légèrement olivâtre ou gris de perle; se laisse couper par une lame de canif, et se volatilise complétement au chalumeau, en répandant une légère odeur d'ail. On la trouve disséminée dans les gangues des autres minerais de mercure.

Les minerais de mercure sont plus communs dans les terrains secondaires, que dans les terrains primitifs : c'est particulièrement dans les grès, les schistes bitumineux et dans les argiles endurcies qu'on les rencontre en abondance ; ils accompagnent même les corps organisés, tels que des empreintes de poisson (1), des coquilles fossiles des bois silicifiés, etc. ; tandis que dans les filons qui traversent les roches primordiales, on ne le trouve qu'en très-petite quantité. En général, le mercure est un métal peu répandu dans la nature, et les mines qui le fournissent sont assez rares. Les principales sont celles d'*Idria*, dans le Frioul, découvertes en 1497, et principalement formées du minerai de mercure sulfuré

(1) Trouvés à Munster-Appel, et décrits par M. Beurard, ancien agent du gouvernement français, sur les mines de mercure du Palatinat.

bitumineux. Les travaux de cette grande exploitation sont poussés jusqu'à la profondeur de deux cent soixante mètres, plus de huit cents pieds. Elle peut fournir annuellement jusqu'à six mille quintaux métriques de métal; mais pour en maintenir la valeur, le gouvernement autrichien en a restreint le produit à quinze cents quintaux métriques. L'incendie mémorable de 1803 fut si funeste à ces mines, que l'on ne parvint à éteindre le feu qu'en submergeant tous les travaux souterrains, et le mercure sublimé, dans cette affreuse catastrophe, occasiona des maladies ou des tremblemens à plus de neuf cents personnes.

Après les mines d'Idria viennent celles d'*Almaden*, province de la Manche en Espagne; elles sont peut-être même plus riches que les premières. On y exploite six filons de quatre à six mètres de puissances; leur produit moyen est de cinq mille quintaux métriques de mercure coulant; mais il s'est élevé jusqu'au double. Ces célèbres mines, près desquelles sont encore celles de *las Cuebas* et d'*Almadenejos*, étaient connues des Romains. On présume que ce sont elles que Pline désigne sous le nom de mines du *territoire de Sisapone*, parce que l'on croit que la petite ville de *Chyllon*, autour de laquelle on découvre de nombreux vestiges d'exploitations antiques, était l'ancienne *Sisapone*. Le nom d'*Al-*

maden, donné par les Maures au chef-lieu actuel des exploitations, signifie, dans leur langage, *puits des mines*. Enfin, ces riches mines, après avoir fait partie de l'apanage de l'ordre des chevaliers de *Calatrava*, et avoir été long-temps affermées aux *Fugger*, négocians d'Ausbourg, sont exploitées au compte du gouvernement depuis 1645; et leur produit est entièrement appliqué aux besoins des mines d'or et d'argent du Nouveau-Monde.

Les mines du *Palatinat*, situées sur la rive gauche du Rhin, sans approcher de la richesse et de l'importance de celles d'Idria et d'Almaden, méritent cependant toute l'attention du gouvernement qui les possède; elles sont nombreuses et variées dans leurs gisemens, et l'on y remarque particulièrement celles de Drey-Kœnigszug au Potzberg près Cousel, dont j'ai visité les travaux souterrains qui atteignent à peu près à deux cents mètres, et dont le minerai est une espèce de grès très-pénétré de mercure sulfuré; celles de Stahlberg et du Landsberg près Obermoschel, etc. Le produit de toutes ces mines est estimé à environ trois cents quintaux métriques de mercure par an.

Il existe encore en Hongrie, en Bohême et dans plusieurs autres parties de l'Allemagne, quelques faibles exploitations de mercure, dont le produit total est évalué à environ trois à quatre cents quintaux métriques, année commune.

Quant au territoire français, l'on n'y connaît que de légers indices de ce métal, entre autres en Normandie, près de Saint-Lô; près de la Mure, en Dauphiné, et d'Allemond, dans la même province. Celui de Montpellier est contesté par plusieurs minéralogistes.

Les mines de *Guanca-Velica*, au Pérou, sont d'autant plus intéressantes, que les produits en sont directement employés dans le traitement des minerais d'or et d'argent qui abondent dans cette partie de l'Amérique. Ces mines de mercure, exploitées depuis 1570, ont produit, jusqu'en 1800, cinq cent trente-sept mille quintaux métriques de ce métal; mais le produit actuel des exploitations de ces contrées, est de dix-sept à dix-huit cents quintaux métriques (1).

On connaît beaucoup d'autres gîtes de mercure en Amérique, soit au Chili, soit au Mexique; mais il paraît que l'exploitation en est totalement négligée, puisque les mines d'Europe versent la plus grande partie de leurs produits en Amérique, et qu'on avait eu recours, en 1782, au mercure qu'on extrait aussi au Japon et à la Chine, dans la province de l'Yun-nan. Le père Dentrecolles prétend s'être assuré auprès des lettrés et des savans chinois, que l'on possède dans le pays le secret de retirer du mercure des feuilles de pourpier sauvage; il en décrit même les manipula-

(1) Helms, *Itinéraire du Pérou.*

tions : mais l'existence de ce métal dans les végétaux, et particulièrement dans le pourpier, est si extraordinaire, que ce fait demande confirmation avant d'être admis. Les procédés usités pour l'extraire paraissent des plus absurdes (1) : on assura cependant au missionnaire que dans toutes les boutiques de pharmacie l'on vendait deux sortes de mercure, l'un tiré des mines, appelé *chane-choui-ine ;* l'autre extrait des plantes, nommé *tsao-choui-ine.*

Tout le monde connaît le brillant argentin du mercure, sa fluidité, son extrême mobilité et sa grande pesanteur qui égale treize fois et demie celle de l'eau, c'est-à-dire environ neuf cent cinquante livres le pied cube. La basse température à laquelle ce métal reste liquide, constitue son principal caractère ; mais ce n'est point un phénomène tellement extraordinaire que l'on doive continuer à s'en étonner, car il n'y a peut-être pas autant de différence entre la température où le mercure se liquéfie et celle où l'amalgame fusible de Darcet cesse d'être solide, qu'entre la température de l'eau bouillante qui suffit pour fondre cet alliage, et celle qu'exige le platine pour entrer en fusion. Le mercure devient solide et malléable lorsqu'on le place dans un milieu dont la température est assez basse pour lui faire perdre sa fluidité; ce phénomène a lieu quand le froid

1) *De la Chine*, par l'abbé Grosier, t. 2, p. 214.

est porté à trente-un degrés et demi au-dessous de zéro (1). Lorsque nous solidifions le mercure dans nos laboratoires, nous avons recours au froid artificiel, et nous choisissons un jour où le froid naturel soit déjà assez considérable (2); mais dans les régions boréales, Pallas, Patrin, Gmelin et d'autres naturalistes voyageurs, ont observé le mercure congelé ou à l'état solide par l'effet du froid naturel seulement. S'il existait des dépôts de mercure vers l'extrémité des zones polaires, il est certain qu'il serait constamment solide comme les autres métaux. Le mercure est dissoluble dans les acides, et le cuivre le précipite de sa dissolution dans l'acide nitrique.

Le mercure employé dans la construction des

(1) Haüy, *Traité de phy.*, § 227.

(2) Pour solidifier le mercure, M. Thénard fait refroidir du muriate de chaux dans un flacon fermé pendant la nuit, en l'exposant au dehors. Il mêle deux kilog., ou quatre livres de ce sel avec un kilog. de neige dans une terrine, agite ce mélange refrigérant, et plonge au milieu un creuset de platine, ou un petit matras de verre, contenant cinq à huit gros (vingt à trente grammes) de mercure; au bout de quelques minutes, le métal s'épaissit et se congèle. Si l'on décante celui qui occupe le centre, on trouve que l'intérieur est tapissé de cristaux octaèdres; si l'on opère la solidification complète, le mercure s'aplatit sous le marteau, en rendant un son sourd comme le plomb; sa cassure est grenue, et lorsqu'on le touche, il fait éprouver une cuisson qui peut être comparée à la brûlure, et qui blanchit la peau. Le mercure solide augmente de pesanteur, et s'élève à mille quatre-vingt-treize livres le pied cube.

thermomètres nous a procuré le seul moyen de rendre ces instrumens comparables entre eux, parce que ce métal fluide est partout le même et qu'il n'en est pas ainsi de l'alcohol ; aussi les observations soignées se font-elles maintenant avec des thermomètres à mercure, et l'on n'emploie ceux à l'alcohol que pour les expériences où le froid doit descendre au-dessous de trente-deux degrés qui est le terme de la congélation du mercure.

Une colonne de mercure d'un diamètre donné, et de vingt-huit pouces de hauteur, fait équilibre à une colonne d'air de même diamètre, et qui a pour hauteur toute l'épaisseur de la couche atmosphérique qui enveloppe la terre, qu'on estime assez généralement à treize lieues de hauteur, et qui n'est balancée que par trente-deux pieds d'eau. C'est sur ce principe qu'est fondé la construction du baromètre, dont l'usage domestique consiste à annoncer avec plus ou moins d'exactitude les variations atmosphériques, et quelques phénomènes météorologiques, par des abaissemens et des élévations du mercure, qui sont causés par la densité plus ou moins grande de l'air.

Lorsque l'atmosphère ne présente aucun phénomène remarquable, un baromètre observé sur les bords de la mer doit se tenir stationnaire à vingt-huit pouces, c'est-à-dire que le niveau supérieur du mercure dans le tube doit effleurer ce point de l'échelle. Si l'on transporte ce même

instrument sur des points successivement plus élevés, il est évident que la pression atmosphérique diminuera de plus en plus, et que la colonne de mercure ne devra plus avoir vingt-huit pouces de hauteur pour lui faire équilibre : aussi le mercure s'abaisse dans le tube de l'instrument, à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer ; et comme cette diminution est constante et uniforme, on en a déduit une méthode rigoureuse de mesurer les hauteurs. Cette heureuse idée que l'on doit à Pascal, qui en fit faire la première épreuve sur le Puy-de-Dôme, près de Clermont sa patrie, a été perfectionnée de nos jours par Laplace, Humboldt, Pictet, et par plusieurs autres savans. Ainsi le mercure, qui est le seul corps dont on puisse construire des baromètres portatifs, rend aujourd'hui les plus grands services aux sciences physiques, en leur assurant les moyens d'estimer rigoureusement la hauteur des différens points du globe au-dessus du niveau de la mer. Les cuves pneumato-chimiques de mercure sont d'un usage presque continuel dans les laboratoires, et contribuent puissamment aussi à l'exactitude et au succès d'un grand nombre d'expériences que je ne puis rappeler ici.

Le mercure a la propriété de s'amalgamer avec plusieurs métaux, et particulièrement avec l'or, l'argent, le zinc, l'étain et le bismuth, de les dissoudre, pour ainsi dire, et de les aban-

donner ensuite quand une forte chaleur vient à le volatiliser. Les arts ont su tirer le plus grand parti de cette propriété, soit pour extraire l'or et l'argent des substances avec lesquelles on les trouve mélangées, ainsi que nous le verrons en parlant du traitement métallurgique de ces minerais ; soit pour dorer au argenter les autres métaux, pour donner aux glaces la propriété de répéter tous les objets qui passent devant elles, etc. C'est même l'emploi du mercure dans l'art d'extraire les métaux précieux qui absorbe la plus grande partie du produit des mines que nous avons citées plus haut ; car malgré tous les soins apportés à le recueillir, il s'en perd toujours une quantité énorme. M. de Humboldt estime à seize mille quintaux, le mercure qui est nécessaire annuellement au traitement des mines d'argent de la Nouvelle-Espagne (1), et il s'est assuré que les trois quarts de cette quantité proviennent des mines d'Allemagne ou d'Idria.

Je ne puis pas entrer dans les détails relatifs à l'art de dorer et d'argenter ; on sait que ces opérations sont fondées sur la propriété dont jouit le mercure de s'amalgamer avec l'un et l'autre métal, et de se volatiliser ensuite, laissant l'or ou l'argent fortement adhérent à la surface de la pièce que l'on expose au feu après avoir été couverte de l'amalgame.

(1) Humboldt, *Essai politique sur le royaume du Mexique.*

L'opération qui a pour but de mettre les glaces ou les miroirs *au tain*, consiste à étendre une lame d'étain très-mince sur une table à rebord de bois ou de marbre, à la couvrir de mercure, et à poser la glace par-dessus. On comprime ensuite, et l'on redresse la table et la glace pour faire écouler le mercure excédant. Quant aux miroirs semi-sphériques, on se sert d'un amalgame composé d'une partie d'étain, d'autant de plomb et de bismuth, et de deux parties de mercure (1).

Combiné artificiellement avec le soufre, le mercure passe à l'état de cinabre, qui, étant broyé et préparé, produit une belle couleur rouge employée dans la peinture à l'huile, et connue sous le nom de *vermillon*.

La médecine emprunte au mercure plusieurs préparations, dont les effets sont généralement assez violens, ou du moins très-efficaces. Tels sont :

Le *muriate de mercure* ou *mercure doux*, qui est d'un blanc parfait, d'une pesanteur très-considérable, et qui est insoluble dans l'eau.

Le *muriate oxygéné de mercure* ou *sublimé corrosif*, dont la contexture est plus compacte que le précédent, mais qui a la même pesanteur et la même couleur. Ce poison, un des plus violens, diffère du sel précédent par la propriété de se dissoudre dans l'eau, dont le mercure doux est

(1) Klaproth, *Dictionnaire chimique*, article *Mercure*.

privé ; quelques grains, pris intérieurement, causent des douleurs horribles, rongent l'estomac et les intestins et produisent la mort la plus douloureuse. La grande pesanteur de ce sel, qui se prépare par sublimation en Hollande et ailleurs, et qui est d'un blanc parfait, le peut faire reconnaître : on devra donc se méfier de ces substances blanches et pesantes ; car l'oxide d'arsenic, qui est aussi un poison des plus atroces, est également d'un blanc d'émail et d'un poids remarquable. A ces deux sels, on peut ajouter le *précipité rouge*, l'*éthiops* et l'*onguent gris* ou *napolitain*, qui sont des oxides de mercure différemment préparés, servant au traitement de plusieurs maladies. Les Chinois préparent le sublimé corrosif avec du mercure, du muriate de soude et de l'alun ; ils le considèrent comme l'un des plus puissans poisons.

L'usage prolongé de ces sels mercuriels agit sur le système nerveux, et occasione des tremblemens incurables ; le même effet a lieu sur les ouvriers qui travaillent aux mines et au traitement métallurgique de ce métal, et sur ceux qui en font usage pour dorer ou argenter. L'un des artistes les plus distingués de la capitale, feu M. Ravrio, légua, en mourant victime des effets pernicieux du mercure, un prix de 3,000 fr. à celui qui découvrirait le moyen de dorer et argenter sans danger ; et M. d'Arcet, qui a rendu

tant d'autres services aux arts, a mérité le prix fondé, en trouvant la solution complète de cet important problème. (*Seance de l'Institut*, 16 mars 1818.) Les anciens ont connu le mercure et plusieurs de ses usages, entre autres celui de servir à la dorure sur métaux; les Chinois l'emploient aussi dans leurs arts et dans leurs pharmacies.

Le traitement métallurgique du mercure est assez simple; quand le sulfure a été pulvérisé, et quelquefois lavé, on l'introduit dans des cornues de fonte, en le mêlant avec une égale proportion de chaux vive; on place ces cornues dans des fourneaux à galère, qui en contiennent deux rangées, elles sont lutées à des récipiens extérieurs qui contiennent de l'eau, et à mesure que le soufre abandonne le mercure pour se porter sur la chaux, avec laquelle il a plus d'affinité, le métal se condense dans les récipiens. Tel était le procédé employé aux mines du Palatinat, lorsque je les visitai en 1808. A Almaden et à Idria, la distillation se fait plus en grand, mais d'une manière très-imparfaite; car on assure qu'il se perd beaucoup de mercure, et qu'il tombe au loin de l'usine à la surface de la terre. Le fourneau dont nous avons la description et dont on voit le modèle au cabinet de la Monnaie, à Paris, est composé de deux petits bâtimens séparés par une terrasse en forme de toit renversé. Dans l'un

des pavillons qui fait l'office de cornue, on chauffe le minerai sur un sol percé, qui donne passage à la flamme du combustible qui brûle au-dessous, et le mercure sublimé est conduit dans le pavillon opposé, qui sert de récipient par plusieurs files d'aludèles, lutées les unes aux autres.

Quant au mercure natif, comme il ne se trouve qu'en très-petite quantité, il n'est l'objet d'aucune exploitation proprement dite; le peu qu'on en rencontre se purifie en le filtrant à travers une peau de chamois.

L'essai en petit du minerai de mercure, se fait en mettant de la limaille de fer avec le minerai pulvérisé, et en chauffant le tout dans un creuset, au-dessus duquel on place un corps froid, une lame de cuivre, par exemple; si le minerai contient réellement du mercure, il se sublimera à sa surface, sous la forme de petites gouttelettes.

Les procédés chinois, décrits dans l'Encyclopédie japonaise, ont quelques rapports avec ceux d'Europe; le cinabre (yn-tchu) est placé dans des vases clos que l'on chauffe, et le mercure coulant est filtré à travers une peau, comme en Europe et en Amérique.

La quantité du mercure métallique importée en France pour les années 1816 et 1817 réunies, s'est élevée à soixante-trois mille trois cent douze kilogrammes, dont la plus grande partie est con-

sommée dans les grands ateliers de bronzes dorés. La quantité de vermillon, dont nous possédons aujourd'hui une fabrique à Paris, s'est élevée, pour les deux mêmes années réunies, à dix-sept mille deux cent soixante-dix-sept kilogrammes. On sait qu'un des principaux usages de cet oxide de mercure, est de servir à colorer la cire d'Espagne, ou cire à cacheter (1).

VII. MINERAIS D'ARGENT.

Les minerais d'argent sont assez nombreux; mais il n'y en a que quatre qui forment d'assez grandes masses, pour qu'ils puissent être l'objet de quelques exploitations suivies; les autres se trouvent mélangés avec ceux-ci, et se confondent dans le traitement métallurgique qu'on leur fait subir.

L'*argent natif*, l'*argent rouge*, l'*argent sulfuré* et l'*argent muriaté*, sont les quatre espèces du genre, qui font la base des exploitations d'argent en Europe ou en Amérique; ce sont donc elles qui vont nous occuper spécialement. Quant aux minerais de plomb et de cuivre argentifères, on les a déjà décrits à leurs places respectives, et l'on y reviendra de nouveau en parlant des moyens

(1) Quatre parties de colophane, quatre de térébenthine, deux de gomme laque, une de minium et une de cinabre, ou vermillon, produisent une bonne cire à cacheter. (Gardien.)

et des procédés mis en œuvre, pour extraire l'argent des substances qui le contiennent.

I. ARGENT NATIF,

Vulgairement argent vierge.

L'argent natif est à peu près aussi blanc et aussi brillant que l'argent fabriqué; mais il n'est point aussi flexible et aussi malléable; les métaux étrangers avec lesquels il est combiné, le rendent plus dur et plus aigre. L'or, le cuivre, l'arsenic ou le fer, lui sont très-souvent associés.

L'argent métallique naturel se présente ordinairement en filamens contournés, frisés ou tordus, dont la grosseur varie depuis celle du pouce jusqu'à celle des cheveux les plus fins et les plus crépus. D'autres fois il forme des espèces de rameaux branchus, qui sont composés d'une multitude de petits cristaux octaèdres, implantés les uns au-dessus des autres, et qui semblent avoir végété sur la gangue qui les supporte; dans d'autres échantillons, l'argent natif se présente en forme de feuilles de fougères, également composées de cristaux octaèdres plus ou moins complets, et engagés dans les fissures des roches. Tantôt le métal semble s'être infiltré, tantôt il est disséminé dans ses gangues, qui sont excessivement variables, telles que le quarz, la chaux carbonatée, la chaux fluatée, la baryte sulfaltée, et beaucoup d'autres substances pierreuses ou acidifères. Ra-

rement on le trouve en grains, et en cristaux cubiques isolés.

L'on cite plusieurs blocs d'argent natif, remarquables par leur grand volume : l'un trouvé dans le filon de *Konsberg*, en Norwège, pesait dix myriagrammes, ou environ deux cents livres; un autre, trouvé à *Schnéeberg*, en Misnie, aurait pesé, sauf erreur ou exagération, mille myriagrammes, ou vingt mille cinq cents livres; la chronique des mines de Misnie le porte même à quatre cents quintaux. Il fut trouvé en 1478, sous Albert de Saxe, qui dîna dessus, en se vantant que sa *table valait mieux que celle du puissant empereur Frédéric*.

Les mines du *Coronel*, au Pérou, ont fourni aussi deux blocs d'argent massif d'un grand poids; le premier, trouvé en 1758, pesait huit quintaux, le second, découvert en 1789, en pesait deux. Les mines de *Batopilas*, dans la Nouvelle-Biscaye, en ont offert du poids de plus de quatre cents livres, etc. En France, enfin, les mines de Sainte-Marie, dans les Vosges, et celles d'Allemont, près Grenoble, en ont offert quelques masses pures assez considérables. Malgré ces espèces de trésors que le hasard découvre, et qui éblouissent momentanément, l'argent natif est rarement assez abondant pour qu'il puisse devenir seul l'objet d'une exploitation importante et suivie; mais il se rencontre dans presque toutes les mines où l'on

exploite les autres minerais d'argent; il existe même disséminé en molécules impalpables, dans des matières terreuses et pulvérulentes, qui remplissent les fissures, ou les poches des filons argentifères. Tel était le minerai qu'on exploitait en 1807 à la mine d'Allemont, lorsque je la visitai, et qui rendait alors dix-huit onces d'argent au quintal. La sous-variété la plus remarquable est l'*argent natif aurifère*, qui s'est trouvé en Norwège, à Konsberg et à Schlangenberg, en Sibérie. Le premier a donné vingt-huit pour cent d'or à l'analyse faite par Klaproth, et le second en a produit soixante-quatre pour cent, avec trente-six d'argent.

2. ARGENT ANTIMONIAL.

Ce mélange de l'antimoine à l'argent ne conserve presque aucun des caractères de ce dernier métal; il est d'un bleu jaunâtre, très-cassant et lamelleux. On le trouve sous la forme de petites baguettes cannelées, qui dérivent d'un prisme hexaèdre, et qui sont engagées dans leur gangue. Ce minerai se fond très-facilement au chalumeau, en donnant une fumée blanche, qui est due à l'oxide d'antimoine; dans l'acide nitrique, il se réduit en une espèce de bouillie; sa pesanteur est neuf fois et demie plus forte que celle de l'eau, c'est-à-dire, un dixième seulement de moins que l'argent pur.

MM. Klaproth et Vauquelin l'ont trouvé com-

posé de quatre-vingt-quatre à soixante-seize d'argent, et de seize à vingt-quatre d'antimoine; ses gangues sont la chaux carbonatée et la baryte sulfatée. Ce minerai est rare, et ne se trouve qu'en petite quantité, soit en cristaux, en baguettes ou en masses lamelleuses. Les mines des environs de Wolfach, dans la principauté de Furstemberg, qui sont sous la direction de M. Selb, minéralogiste distingué, et dont j'ai visité les travaux en 1808, ont offert ce minerai, particulièrement celle de Wenzel; en général, ces mines, qui étaient alors au nombre de seize, sont extrêmement riches en minerais rares; nous aurons occasion de les citer souvent. L'argent antimonial s'est également trouvé à Casalle, en Espagne.

3. ARGENT ARSENICAL.

Ce minerai, fort peu important, est blanc et fragile comme le précédent; mais sa texture est moins lamelleuse; il répand une forte odeur d'ail quand on le chauffe au chalumeau, ce qui le distingue aussi de l'argent antimonial : il a quelquefois, suivant M. Brongniart, la couleur du cuivre gris. Klaproth l'a trouvé composé d'argent 16, de fer 44, d'arsenic 35, et de 4 d'antimoine; il s'est trouvé près de Wolfach et à Andreasberg, au Hartz, dans la chaux carbonatée.

4. ARGENT SULFURÉ,

Vulgairement argent vitreux.

La propriété dont jouit ce minerai de se laisser couper à peu près comme le plomb, et de recevoir l'empreinte des corps durs, le fera toujours facilement reconnaître d'avec les autres minerais, qui sont opaques, et gris comme lui (1). Il est composé de 85 parties d'argent pur, de 15 de soufre, et malgré cette grande richesse il ne pèse que 6,90; tandis que l'argent pèse 10,47, c'est-à-dire quatre cent quatre-vingt-trois liv. le pied cube, au lieu de sept cent trente-deux liv.

Lorsque l'on chauffe ce minerai lentement et graduellement, on volatilise le soufre, et l'on voit paraître l'argent à l'état métallique, sous la forme de filamens contournés, ce qui a fait présumer à plusieurs minéralogistes que l'argent natif, qui se trouve souvent sous cette forme, provenait de la décomposition de l'argent sulfuré. M. Schreiber, ci-devant directeur des mines d'Allemont et de Pesey, et l'un des plus anciens officiers au corps royal des mines de France, est l'auteur de cette observation.

L'argent sulfuré se trouve fréquemment cristallisé sous la forme de cubes, d'octaèdres et de

(1) Comme les endroits nouvellement coupés sont très-éclatans, cette particularité lui a valu le surnom *d'argent vitreux*; c'est dans ce sens seulement qu'on doit appliquer cette synonymie.

dodécaèdres ; mais on le rencontre aussi en masses informes et en lames irrégulières.

Ce minerai, l'un de ceux qui sont le plus ordinairement exploités, se trouve également dans les montagnes primitives, dans les terrains à couches, et dans ceux de transition. On l'exploite dans les mines de la Saxe, de Souabe, de la Hongrie, du Hartz, de la Sibérie, de la Norwège, de la Basse-Autriche, etc. Il abonde en Amérique, dans les mines de Guanaxuato, de Zacatecas, de la Veta Biscaina, de Real del Monte, où il est associé à l'argent natif. On le trouve également dans les riches exploitations de Sombrerete, de Madrono, de Ramos, de Tlapujahua et de Sierra de Pinos. M. de Humboldt, à qui nous empruntons ces détails, ajoute que dans la plaine de la Pampar de Navarre, au Mexique, qui a environ une demi-lieue carrée d'étendue, en quelque endroit que le gazon ait été levé, l'argent vitreux a paru, et que des filamens d'argent natif s'attachent aux racines des graminées (1).

La consistance molle de ce minerai a permis d'y imprimer des empreintes. Patrin et Klaproth citent des médailles du roi Auguste I^er^, frappées sur ce minéral.

(1) Humboldt, Statique de la Nouvelle-Espagne.

5. ARGENT ANTIMONIÉ SULFURÉ,

Vulgairement argent rouge.

Ce minerai, d'un rouge plus ou moins foncé, se laisse facilement racler par le couteau; et la poussière qu'il produit, est d'un beau rouge cramoisi, quelle que soit d'ailleurs sa teinte extérieure, qui tantôt est d'un rouge très-chargé en couleur, et quelquefois d'un noir rougeâtre métalloïde.

Ce minerai est presque toujours translucide vers le centre de ses masses, ou lorsque ses cristaux sont d'un beau rouge. Exposé au feu du chalumeau, il pétille, brûle avec une flamme bleue, et donne un bouton d'argent; chauffé sur les charbons ardens avec lenteur, et progressivement comme l'argent sulfuré, il se décompose, et l'argent s'en dégage en filamens et en dendrites. Ce caractère est assez tranché pour qu'il suffise à la distinction de ce minerai, qui n'a que la couleur de commun avec plusieurs autres substances métallifères qui ont été déjà décrites.

L'argent rouge se présente assez souvent en cristaux prismatoïdes qui dérivent d'un rhomboïde voisin de celui de la chaux carbonatée; sa pesanteur spécifique est de 5,56, ou de trois cent quatre-vingt-neuf livres le pied cube.

MM. Klaproth, Thenard et Vauquelin, qui ont

analysé ce précieux minerai, l'ont trouvé composé de soixante-un à soixante-deux pour cent d'argent, seize à dix-huit d'antimoine, et de onze à quinze de soufre. M. Thenard pense que l'antimoine oxidé pourpre est le principe colorant de ce minerai : il l'en a retiré dans la proportion de vingt-trois pour cent.

L'argent rouge aigre des minéralogistes allemands, et l'argent noir, paraissent être de simples modifications de l'argent rouge ordinaire, avec lequel ils sont presque toujours associés. L'argent noir est terne et spongieux ; mais il devient brillant par la raclure, et on le reconnaît d'une manière positive au globule d'argent, qu'il laisse paraître quand on le chauffe. Il paraît être une simple épigénie. On l'a trouvé à Allemont ; il existe à Freyberg, et se rencontre communément au Mexique, où les Espagnols le nomment *negrillo*.

6. ARGENT MURIATÉ,

Vulgairement argent corné.

Ce minerai, remarquable par sa couleur jaune ou verdâtre, par se demi-transparence, et surtout par sa consistance molle, qui lui permet de céder à la pression de l'ongle, se fond à la simple flamme d'une bougie, et se couvre d'une pellicule d'argent quand on le frotte avec une lame de fer ou de zinc, humectée par l'haleine.

L'argent muriaté se trouve rarement cristallisé ; cependant on en voit quelques cristaux cubiques; mais le plus ordinairement il se présente en petites masses ou en couches minces à la surface de l'argent natif. Sa pesanteur spécifique est de 4,74.

Ce minerai présente peu de variété : on ne connaît guère que celui qui ressemble à de la cire, par sa consistance, sa demi-transparence et sa couleur vert-jaunâtre, qui passe au vert poireau, au bleuâtre, et au gris de perle, et dont la surface, par un commencement d'altération, se couvre quelquefois d'une pellicule d'argent métallique. Les minéralogistes ont remarqué que les gangues de ce minéral sont peu variées; qu'il se trouve particulièrement engagé avec l'argent natif, l'argent noir, le fer oxidé brun, etc.

L'argent muriaté terreux, qui est la variété la plus tranchée, après celle que nous venons de décrire, se fait remarquer par sa cassure terreuse et terne, qui est due en grande partie à l'argile avec laquelle il est intimement uni, et dont il contient jusqu'à soixante-sept pour cent, suivant Klaproth. Le feu du chalumeau en fait suinter des globules d'argent.

Ce minéral, qui est fort rare en Europe et beaucoup plus commun au Mexique, contient près de soixante-huit d'argent au quintal, vingt-un d'acide muriatique, et six d'oxide de fer, avec un

peu d'alumine ; mais, suivant Patrin, il a le défaut de se volatiliser au feu, en sorte que si l'on n'a pas le soin d'y joindre du fer ou toute autre substance qui ait plus d'affinité que l'argent avec l'acide muriatique, une grande partie de ce métal est emportée par la chèminée des fourneaux. Proust assure que cet effet n'a lieu qu'autant que le minerai contient de l'eau ; et qu'aussitôt qu'elle est évaporée, il ne se volatilise plus. On a encore remarqué que l'argent muriaté ne se rencontre que dans la partie supérieure des filons, et qu'il pénètre rarement au delà de cinq à six toises de profondeur. On l'a trouvé en abondance au Pérou, au Mexique.

Tels sont les minerais d'argent proprement dits, ceux qui sont connus des exploitans et des mineurs. Quant à l'*argent blanc* qui ressemble à une galène à grain fin, à l'*argent carbonaté* qui fait effervescence avec les acides, et qui se réduit aisément au chalumeau, à l'*argent bismuthifère* et à quelques autres sous-variétés, on ne les a trouvées jusqu'à présent qu'en si petites particules, qu'elles ne peuvent intéresser que les minéralogistes dont elles complètent les collections, mais elles ne sont d'aucun intérêt pour les exploitans. A l'égard de plusieurs minéraux qui ont porté dans les anciennes minéralogies les noms de minerais d'argent, comme l'*argent merde-d'oie*, l'*argent en épi*, l'*argent gris*, l'*argent amal-*

gamé, ils appartiennent à d'autres minerais, tout en contenant une plus ou moins forte dose d'argent. Nous avons déjà vu que l'*argent en épi* et l'*argent gris* sont des minerais de cuivre; que l'*argent amalgamé* fait partie des minerais de mercure; et nous verrons bientôt que l'*argent merde-d'oie* et l'*argent tricoté* appartiennent au cobalt.

L'*argent métallique*, qui provient du traitement de ces divers minerais et des autres minéraux argentifères, est le métal blanc par excellence. Son brillant éclat est connu de tout le monde; et le son clair et prolongé qu'il fait entendre lorsqu'on le frappe, est devenu le diapazon de la voix fraîche et sonore du jeune âge. L'argent reçoit un très-beau poli, et est susceptible d'être bruni comme l'or. Sa dureté n'est point assez considérable pour résister à l'action du fer; mais elle est cependant bien supérieure à celle de l'or, du plomb et de l'étain. Il ne se ternit point dans l'air pur; mais les exhalaisons putrides ou hydrosulfureuses le noircissent presque instantanément, de même que le contact avec les œufs cuits. Il suffit d'une eau de savon ou du frottement de la craie lavée (blanc d'Espagne) pour lui rendre tout son éclat (1).

(1) Un contact prolongé avec l'hydrosulfure, le change presqu'en entier en argent sulfuré. On connaît l'histoire de l'assiette d'argent, trouvée dans les latrines du château de Versailles.

L'argent pèse dix fois et demi autant que l'eau, c'est-à-dire sept cent trente-cinq livres le pied cube. Il est très-malléable : c'est, après l'or, le métal qui se file le mieux, et qui s'étend avec le plus de facilité sous les cylindres du laminoir. On le réduit, sous la masse du batteur, en feuilles d'un cent millième de pouce d'épaisseur, et l'on peut le tirer en fil d'une telle finesse, que quatre cents pieds de long ne pèsent qu'un grain (Klaproth.) Un fil d'argent de deux millimètres de diamètre, environ une ligne, ne peut supporter que cent soixante-dix livres, sans se rompre; ce qui est peu considérable eu égard à sa grande malléabilité. La valeur du marc d'argent, au titre de neuf cents millièmes, est de 52 fr.

L'on a cru pendant long-temps que l'argent était fixe au feu, et ne se volatilisait jamais, parce que cette propriété caractérisait en partie les soi-disant métaux parfaits; mais l'expérience a bien prouvé aux orfèvres, que la suie des cheminées de leurs fourneaux, ainsi que celle des usines où l'on traite ce métal, renferme une quantité très-notable d'argent, qui vaut bien la peine d'être recueillie. D'ailleurs, les expériences faites par Macquer, avec des lentilles, ou verres ardens, ont prouvé qu'il se volatilise complétement, en répandant une vapeur qui s'est attachée à une lame d'or que l'on avait placée au-dessus, et qui s'est trouvée argentée. Il entre en fusion, suivant

Bergmann, à mille degrés de Fahr., ou vingt degrés du pyromètre de Wedgwood; et pendant qu'il est fluide, son éclat est supérieur à celui dont il jouit, quand il est solidifié. Macquer est parvenu à le changer en verre olivâtre, en l'exposant dans un creuset au feu, de vingt cuites successives de porcelaine.

Un fil d'argent, brûlé à l'aide de la décharge d'une batterie électrique, tache le papier d'une belle trace olive, qui est la couleur de son oxide. Plusieurs acides dissolvent l'argent et surtout l'acide nitrique; mais l'acide sulfurique ne l'attaque que lorsqu'il est bouillant. L'argent, en se refroidissant lentement, prend la forme de pyramides à quatre faces, qui ne sont que des moitiés de cristaux octaèdres. Enfin lorsqu'on le frotte et qu'il est isolé, il s'électrise vitreusement.

L'argent est susceptible de s'allier avec presque tous les métaux usuels; mais la plupart de ces alliages ne sont d'aucune utilité. Newton avait remarqué que les métaux jaunes pouvaient s'allier en grande proportion avec l'argent, sans en altérer sensiblement la blancheur, tandis que l'or et le cuivre perdaient la teinte jaune qui leur est propre, par l'addition d'une légère quantité d'argent, d'étain, de zinc, ou de tout autre métal blanc; et ce profond génie en avait conclu que les particules des métaux blancs avaient beaucoup

plus de surface que celles des métaux jaunes, et qu'en même temps, elles étaient très-opaques; en sorte qu'elles recouvraient l'or et le cuivre sans permettre à leur couleur jaune de percer à travers la leur.

L'alliage d'une partie de cuivre et de neuf parties d'argent est celui que la loi autorise en France pour la confection des monnaies d'argent. Ce même alliage de cuivre et d'argent, mais dans des proportions différentes, sert à la fabrication de toute l'orfévrerie, et le titre, qui n'est autre chose que la quantité réelle de l'argent contenu dans une pièce ou dans un lingot, est indiqué par le contrôle ou le poinçon que les essayeurs préposés à la garantie des matières d'or et d'argent apposent à leur surface, après s'être assurés de ce titre par un essai préalable.

Le but que l'on se propose, en introduisant ainsi un dixième et plus de cuivre dans presque tout l'argent qui circule en Europe, est d'augmenter sa dureté et sa consistance; de rendre les ouvrages fabriqués avec ce métal, plus solides et moins sujets à s'altérer; enfin, de retarder dans les monnaies l'effet destructif du frai, qui devient très-sensible à la longue, et qui diminue considérablement leur valeur, ainsi que nous pouvons nous en assurer tous les jours sur la monnaie frappée seulement sous la minorité de Louis XV.

Le principal usage de l'argent est donc de servir

de signe représentatif, et de partager cet avantage avec l'or (1); de servir de matière première à cette infinité d'ateliers d'orfévrerie, d'où l'argent sort sous les formes les plus appropriées à nos besoins, les plus variées et les plus élégantes, et où le travail du ciseleur et du graveur se marie à celui du planeur, du fondeur, et de plusieurs autres artistes qui font contraster le blanc mat du métal ciselé avec le poli brillant de l'argent bruni.

L'argent soudé à la surface du cuivre s'étend sous le laminoir; et le métal jaune recouvert ainsi d'une feuille mince, brillante et inaltérable, se prête, sans la quitter, à toutes les formes creuses ou bombées qu'on lui imprime par le choc du marteau ou par l'effort du tour ou du mouton; l'on en fabrique cette multitude *d'ustensiles et de vases plaqués*, qui jouissent de toutes les propriétés de l'argent sans en avoir la valeur. MM. Levrat et compagnie fabriquent à Paris de la vaisselle de table plaquée au vingtième de son poids. Réduit en pellicules d'une ténuité extrême, il se laisse appliquer à froid sur le bois, le papier, le cuir, etc.; mais amalgamé au mercure, il s'étend à chaud à la surface des autres métaux, et leur prête à la fois sa blancheur et son brillant éclat. Les paillettes, les fils

(1) Je renvoie ce que je crois devoir dire de l'argent, considéré comme *marchandise* et comme *monnaie*, à l'article *or*, qui suit immédiatement celui-ci.

et les galons d'argent, qui se fabriquent particulièrement à Lyon, ne sont que des feuilles ou des fils de cuivre argentés, dont la durée est en raison directe de l'épaisseur de la couche qui les préserve de l'action de l'air.

L'argent dissous dans l'acide nitrique évaporé à siccité et fondu au creuset, produit une substance noire qui brûle la chair et qui noircit la peau. Cette action violente lui a valu le surnom de *pierre infernale*. On connaît ses usages dans la chirurgie extérieure. L'acide nitrique, saturé d'argent, a la propriété de pénétrer la substance des agates, et de les colorer en brun ou en violet à une certaine profondeur. Cette faculté a donné naissance à plusieurs supercheries qui seront consignées à l'article des pierres figurées naturelles et factices. (*Division des minéraux employés dans la bijouterie.*)

Les mines qui fournissent annuellement tout l'argent qui circule dans le commerce, soit à l'état de monnaie, soit à l'état d'orfévrerie, sont assez nombreuses; car il faut comprendre ici, sous cette dénomination, non-seulement les mines où l'on exploite des minerais d'argent proprement dits, mais aussi les exploitations de plomb ou de cuivre, qui rendent une quantité notable d'argent par les opérations de la liquation et du raffinage, dont on donnera une idée vers la fin de cet article. Nous allons citer ces princi-

pales, qui sont les plus renommées dans les quatre parties du monde, en commençant par celles des deux Amériques, qui sont incomparablement plus importantes que toutes les autres. Je suivrai, dans cette énumération, savoir : pour ces mines d'Amérique, les documens qui nous ont été fournis par le savant Humboldt, et pour celles des autres parties du monde, l'excellent ouvrage de M. Héron de Villefosse sur la richesse minérale, ainsi que l'article *mine*, rédigé nouvellement par M. de Bonnard, dans le nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle.

En Amérique. Le *Mexique* renferme plus de trois mille exploitations qui sont établies sur cinq mille filons ou amas de minerais d'argent. Ces mines, dont le produit va toujours en croissant, rendaient, dans les dix dernières années du dix-septième siècle, 23 millions de francs par an. Aujourd'hui ces mêmes exploitations produisent 23 millions de piastres, ou 126,500,000 fr., d'où il faut déduire environ un dixième produit par l'or, qui se trouve dans ces mêmes mines. Ce n'est point la richesse des minerais qui procure un aussi grand produit; mais leur abondance et la facilité avec laquelle on peut les extraire; il y a de ces minerais qui ne donnent que trois à quatre onces au quintal; tandis que les mines de *Guanaxuato* produisent à elles seules près du quart de la valeur totale de toutes les exploitations du

Mexique; et qu'enfin, la seule mine de *Valenciana*, située dans le même district, produit annuellement plus de 8 millions de francs, ou le quinzième environ du produit total des trois mille exploitations du Mexique, dont la grande majorité ne renferme que des minerais très-pauvres, et dont les produits sont aussi variables et aussi inconstans que l'art des mines lui-même est peu avancé dans ces régions éloignées, où le privilége d'exploiter appartient au propriétaire de la surface, et où le gouvernement n'a aucun droit d'interposer son autorité.

Au *Pérou*, la plus grande partie des produits est fournie par les seuls districts de *Pasco*, de *Chota* et de *Huantajaya;* il s'élève à 2 millions de piastres, ou 11,000,000 de francs, et l'art de l'exploitation y est aussi mal entendu qu'au Mexique.

Le *Chili* produit annuellement six mille huit cent vingt-sept kilogrammes d'argent fin, ou 737,316 fr.

Le royaume de *Buenos-Ayres* renferme les fameuses mines du *Potosi*, découvertes en 1545, et qui ont produit jusqu'à nos jours, d'après l'évaluation de M. de Humboldt, une masse d'argent de la valeur de 5,750,000,000 de francs. La richesse des minerais du *Potosi* a diminué d'une manière très-extraordinaire; lors de la découverte, ils rendirent jusqu'à quatre-vingt-dix marcs

d'argent par quintal, aujourd'hui ils rendent à peine une demi-once ; mais ils sont si abondans, que le *Potosi* est encore le gîte le plus riche en argent du monde entier, après cependant le grand filon de *Guanaxuato*. La montagne du *Potosi* est située par vingt degrés de latitude australe et soixante-dix de longitude, aux sources de la Plata ; elle présente l'aspect d'un pic conique qui s'élève de six cents toises au-dessus du plateau voisin ; elle paraît traversée en tous sens par des veines innombrables de minerai d'argent, et porte particulièrement le nom de *Cerro de Potosi*, pour la distinguer de la ville de ce nom qui en est voisine. M. Helm, savant minéralogiste allemand, qui a séjourné plusieurs années à Potosi, pense que les Cordilières fourniraient à des mineurs, même médiocrement instruits, une masse de métaux qui, mise en circulation, bouleverserait tout notre système industriel et commercial en rendant l'argent aussi commun que le cuivre et le fer (1). Nous donnerons, à la fin de l'article *or*, qui va suivre celui-ci, le tableau approximatif du produit annuel de ces mines, réuni à celui des mines d'Europe, d'après les meilleurs documens que nous ayons pu nous procurer.

L'AFRIQUE et la partie méridionale de l'ASIE

(1) Malte-Brun, *Précis de la géographie universelle*, et *Annales des voyages*, t. 3, p. 15 ; cite le voyage de M. Helm, de Buenos-Ayres à Potosi.

n'offrent aucune mine d'argent ; car, au rapport de Chardin, celui que l'on extrait du sol de la Perse, provient de minerais de plomb argentifère. On croit cependant qu'il en existe en Chine et au Thibet; car Patrin dit avoir vu souvent de petits lingots d'une livre au plus, et d'une forme particulière, entre les mains de marchands russes, qui trafiquaient à Kiaghta ou Kiakhta, ville frontière de la Chine, moitié russe et moitié chinoise.

Dans l'ASIE SEPTENTRIONALE on cite les mines de *Zméof*, dans les monts Altaï, entre l'Ob et l'Irtiche. Patrin en porte le produit à mille ponds par an, ou soixante mille marcs d'argent tenant trois pour cent d'or. Les mines de *Nertchinsk*, dans la Daourie, près du fleuve Amour, sont des exploitations de plomb argentifère, dont le produit annuel est de trente mille marcs d'argent tenant un et demi d'or pour cent.

EN EUROPE, on cite en première ligne les célèbres mines de *Kongsberg* en Norwège, qui sont au nombre de soixante environ, découvertes en 1623, et qui ont été long-temps les plus riches de cette partie du monde. Elles sont situées au nord de Christiania, et ont rendu, suivant Bergmann, jusqu'à trente-deux mille marcs d'argent par an. On évalue leur produit total, depuis l'époque de leur découverte jusqu'à nos jours, à la somme de 100,000,000 de francs. L'argent

natif était leur principal minerai, mais elles sont maintenant à peu près abandonnées.

En *Suède*, les mines de *Sala*, dont le minerai est un plomb argentifère, ont donné, sous la reine Christine, jusqu'à vingt mille marcs d'argent, année commune; aujourd'hui, elles n'en produisent que quatre à cinq mille.

C'est aussi, en partie, des minerais de plomb argentifère, dit M. de Bonnard, que provient l'argent produit par les mines de Hongrie, de Saxe et du Hartz, que nous allons citer.

En *Hongrie*, les mines d'argent des environs de *Schemnitz*, de *Cremnitz*, de *Corpone*, etc., sont les plus célèbres; elles produisent, en y comprenant plusieurs autres exploitations moins importantes, quatre-vingt mille marcs d'argent par an (plusieurs auteurs portent ce produit à quatre-vingt-douze mille marcs), et celles de *Transylvanie*, parmi lesquelles on remarque les exploitations d'Abrubdanya, de Fatzebey, de Nagyah, etc., en produisent cinq mille seulement. Toutes ces mines de Hongrie et de Transylvanie ont été beaucoup plus riches, il y a cent ans, qu'elles ne le sont actuellement.

En *Bohême*, les mines de *Joachimsthal*, jadis si florissantes, sont aujourd'hui bien déchues de leurs grandes richesses; il en est à peu près de même des anciennes exploitations de *Kuttenberg*, dont la profondeur atteignait, suivant

Agricola, jusqu'à trois mille pieds au-dessous du sol.

On estime cependant encore à trois mille marcs le produit total des mines de la Bohême.

En *Moravie*, les mines des environs d'*Iglau*, et quelques autres dispersées en Autriche, produisent annuellement quatre à cinq mille marcs d'argent.

En *Tyrol*, les mines de cuivre argentifère de *Schwartz*, et celles de *Kitz-Pühl* fournissaient, en 1759, lors des voyages métallurgiques de Jars et Duhamel, environ dix mille marcs d'argent par an : leur produit est un peu moindre aujourd'hui.

En résumé, les mines d'argent de la monarchie autrichienne produisent maintenant environ quatre-vingt-seize mille marcs d'argent par an.

Dans le royaume de *Saxe*, où l'art des mines est porté à un si haut point de perfection, et où l'école de Werner a pris naissance, on distingue les mines importantes des cercles d'*Erzgebirge* et de *Misnie*. Celles des environs de Marienberg et de Schneeberg ont été très-célèbres par leur grande richesse et par les masses énormes d'argent natif qu'elles ont produites à différentes époques; mais aujourd'hui ces exploitations, avec celles de Johanngeorgenstadt, le cèdent en importance à celles de Freyberg, dont le produit s'accroît depuis cent ans, et qui sont aujourd'hui

plus florissantes qu'elles ne l'ont jamais été. Parmi ces mines, l'on cite, comme étant les plus productives, celles de Himmelsfürst et de Beschertglück, qui sont, depuis long-temps, les plus célèbres de toutes celles de la Saxe.

L'on doit dire, à la louange des mineurs saxons, que c'est plutôt à la perfection qu'ils apportent dans toutes les parties de leur art, qu'à la richesse des minerais qu'ils exploitent, qu'est dû l'état prospère de leurs établissemens, dont le produit total en argent, y compris celui qui provient du cuivre argentifère du Mansfeld saxon, s'élève à soixante-quatre mille marcs par an. En 1807, M. Héron de Villefosse ne le trouva que de cinquante-deux mille marcs.

Le *Hartz* renferme plusieurs mines d'argent proprement dites; mais la plus grande partie de celui qu'il produit s'extrait de minerais de plomb argentifère; les plus célèbres ateliers sont ceux de *Dorothée* et de *Caroline*, près Clausthal : leur origine ne remonte qu'au commencement du dix-huitième siècle; et de 1709 à 1807, elles ont produit à leurs actionnaires plus de 28 millions de francs (1). Ces

(1) M. de Villefosse fait remarquer que la concession de la Dorothée s'étend sous environ deux arpens de terrain impropre à l'agriculture, et que dans l'espace de cent deux ans, il est sorti du dessous de cette chétive étendue, une valeur en argent, cuivre, et plomb, égale à 64,107,511 francs. (*Richesse minérale t.* 3, *p.* 85).

mines sont présentées par M. Héron de Villefosse comme le type de l'administration la plus sage et la plus prévoyante. Aussi cette contrée, couverte de forêts et de terres incultes, doit à ses mines la fondation de plusieurs petites villes; et cinquante-mille habitans qui forment la population totale du Hartz, leur doivent leur état et leur existence.

Ainsi la Saxe et le Hartz sont les deux groupes d'exploitations minérales les plus remarquables de l'Europe, tant par la richesse de leurs produits que par la beauté et la perfection de tous les travaux qui s'y exécutent journellement.

La *Prusse* ne possède point de mines d'argent proprement dites; mais ses minerais de plomb ou de cuivre argentifères portent le produit total de ce métal à six mille marcs environ par an.

Les pays de *Saxe-Cobourg*, *Anhalt-Bernbourg*, la *Souabe*, le duché de *Nassau*, et les mines de Vedrin, dans les *Pays-Bas*, produisent environ cinq mille marcs, année commune.

L'*Espagne* possède plusieurs mines antiques, que les Romains et les Carthaginois ont exploitées dans la Vieille-Castille; mais de nos jours, on ne travaille plus qu'à celles de *Cazalla* et de *Guadalcanal* en Estramadure, et leur produit est très-peu considérable.

En *Angleterre*, on n'exploite aucune mine d'argent, et le plomb, qui s'y trouve répandu avec

tant d'abondance, n'en contient point assez généralement pour couvrir les frais de l'affinage. On cite cependant une mine d'argent en Écosse, près de Stirling, qui a été promptement épuisée.

La *France* enfin, ne possède plus aucune mine d'argent; celle d'Allemont, près Grenoble, qui a donné de si belles espérances, tant par les produits réels qu'on en a retirés, que par une sorte d'analogie de forme et de constitution avec la célèbre montagne du *Potosi*, est aujourd'hui presque entièrement abandonnée. Il en est de même de celles de la Croix, de Giromagny, de Sainte-Marie, dans les Vosges, et de Baigorry, dans les Pyrénées. Dans toutes ces dernières mines, que l'on n'a pas perdu l'espoir de relever un jour, les minerais d'argent se trouvaient associés à des minerais de plomb ou de cuivre argentifères.

Il ne nous reste que les mines de plomb, tenant argent, de Huelgoët et de Poullaouën, en Bretagne, et celle de Villefort, département de la Lozère, dont le produit en argent se monte à trois mille six cents marcs par an. M. Héron de Villefossé le porte à quatre mille trois cents.

Quant au royaume de Sardaigne, il possède la mine de plomb argentifère de Pesey, en Savoie, qui a rendu sous l'administration française jusqu'à deux mille cinq cents marcs d'argent; celles de cuivre et plomb argentifères, de Servoz, qui

sont momentanément suspendues; et Azuni prétend que l'île de Sardaigne renferme plusieurs indices de minerais d'argent proprement dits, particulièrement aux environs du village de Sarabus.

Il résulte, de tout ce qui précède, que la quantité d'argent produite annuellement par les mines d'Europe, s'élève à environ soixante-douze à soixante-quinze mille kilogrammes; et que celles du Nouveau-Monde en fournissent approximativement onze fois davantage. (*Voyez* ci-après à l'article *or*, le tableau général du produit de toutes ces mines.)

Nous savons peu de chose sur les mines antiques qui fournissaient l'argent aux Egyptiens, aux Grecs et aux Romains. On en cite plusieurs dans l'archipel grec, dans les montagnes du Caucase, dans l'Inde, et dans plusieurs autres parties de l'Asie, ainsi que sur plusieurs points de l'Europe, où la tradition, l'étymologie du nom des lieux et de nombreux débris d'exploitation semblent prouver suffisamment l'existence d'anciennes mines. Je ne terminerai point cette récapitulation des principaux gîtes d'argent, sans faire remarquer, avec M. Patrin, mais avec moins d'importance, que les mines les plus riches en argent se trouvent sous les latitudes les plus froides, ou dans les régions élevées qui sont constamment couvertes de neiges;

tandis que les mines d'or les plus célèbres existent dans les régions équatoriales, ainsi que nous le verrons en parlant des gîtes principaux de ce précieux métal.

L'art de traiter les minerais d'argent qui proviennent d'un si grand nombre de mines, se réduit à deux méthodes; et ces deux méthodes sont fondées, l'une sur l'affinité que le plomb a pour l'argent quand on le met en contact et à l'état de fusion avec lui, et l'autre sur la faculté dont le mercure est doué de s'amalgamer avec l'argent, et de le dissoudre, pour ainsi dire, à froid.

La méthode où le plomb est employé comme dissolvant, se nomme *liquation;* et celle dans laquelle on fait usage du mercure, *amalgamation.* Par la première on obtient du plomb argentifère, pareil à celui qui provient du traitement des minerais de plomb tenant argent; par la seconde, c'est une amalgame de mercure plus ou moins épais, suivant qu'il est plus ou moins chargé d'argent. Ces belles opérations méritent quelques détails.

La *liquation* est l'opération par laquelle on enlève l'argent au cuivre qui en contient, en le fondant avec deux ou trois fois son poids de plomb, quand il n'est encore qu'à l'état de cuivre noir. (*Voyez* le traitement des minerais de cuivre.) Cet alliage de plomb et de cuivre se coule dans un bassin, d'où on l'enlève par pains

discoïdes à mesure qu'il se fige, et on les expose ensuite dans un four à réverbère, dont la chaleur est ménagée de manière à ne pouvoir que fondre le plomb qui transsude pour ainsi dire de toutes parts, et qui laisse un métal spongieux et criblé, qui est le cuivre noir privé de l'argent qu'il contenait, et qui s'est entièrement écoulé avec le plomb (1).

Ce plomb argentifère se nomme *plomb d'œuvre*, et se trouve semblable en tout au plomb argentifère naturel qui provient du traitement de certains minerais de plomb tenant argent.

Lorsque l'on agit directement sur des minerais d'argent natif que l'on a soigneusement dégagés de leurs gangues, l'opération se réduit à fondre une certaine quantité de plomb avec une certaine quantité de minerai, et à obtenir ainsi directement du *plomb d'œuvre*, qui contient quelquefois de trente à trente-cinq pour cent d'argent. Ce traitement, qui est adopté à Kongsberg, se nomme *imbibition*.

Ainsi il y a donc trois manières d'obtenir le plomb d'œuvre : 1° par le traitement des minerais de plomb argentifères; 2° par la *liquation* des cuivres noirs argentifères; 3° enfin, par l'*imbibition* des minerais d'argent natif.

(1) *Entièrement* ne serait pas exact, car le cuivre argentifère, après avoir été liquaté avec tout le soin possible, en conserve toujours une certaine quantité.

La *coupellation*, ou l'art d'extraire l'argent contenu dans le plomb d'œuvre se nomme aussi *affinage*. Cette opération est fondée sur ce que le plomb est infiniment plus oxidable au feu que l'argent, et qu'il peut s'y convertir entièrement en litharge, sans entraîner avec lui une quantité notable de ce métal précieux. Aussi le trouve-t-on rassemblé en un seul bouton dans la coupellation en petit, et en un gâteau plus ou moins considérable dans le traitement en grand.

L'affinage du plomb d'œuvre se pratique dans un fourneau à réverbère circulaire, dont le sol a la forme d'une coupe très-évasée, composée d'une couche de cendres lavées et battues avec soin. Ce sol, qui est destiné à recevoir le plomb argentifère, est recouvert par une voûte mobile, que l'on nomme *chapeau*, et qui s'enlève au moyen d'une grue; c'est au rebord de cette espèce de couvercle, composé d'une carcasse de fer, de briques et de terre réfractaire, que l'on ménage deux ouvertures, qui correspondent exactement à deux brèches pratiquées dans le bord de maçonnerie qui entoure la coupelle. Par l'une de ces ouvertures on introduit la tuyère d'une soufflerie quelconque, qui verse à la surface du bain de plomb un courant d'air, qui s'y étale et accélère avec la flamme de la chauffe qui lèche cette même surface, la formation de la litharge qui s'écoule par la brèche opposée à celle du vent.

La chauffe dans laquelle on place le combustible, qui est ordinairement de bois très-sec et refendu, se trouve entre les deux ouvertures dont on vient de parler, et par conséquent opposée à la cheminée.

Pendant la marche de l'opération, le plomb oxydé à l'état de litharge s'écoule par l'ouverture qui lui est destinée (1), et quand tout le métal est ainsi converti, il se fait une brillante clarté à la surface de la matière fondue qui occupe encore le centre ou le fond de la coupelle ; et ce moment, nommé *éclair*, est celui où la dernière pellicule de litharge se déchire et met à découvert le grain ou le gâteau d'argent ; car on observe ce phénomène dans l'affinage en petit et dans la coupellation en grand. L'argent refroidi et retiré de la coupelle, se raffine de nouveau sur un très-petit sol concave, qui absorbe le peu de litharge qui lui est encore associé.

Tel est l'ensemble des opérations qui composent l'art d'affiner le *plomb d'œuvre*, qui exige une foule de petits soins et des ouvriers très-exercés ; car la manière de préparer les cendres et de battre le sol influe beaucoup sur le succès

(1) Toute la litharge du commerce qui est employée dans la peinture, dans l'apprêt des toiles imperméables, etc., provient de la coupellation des plombs d'œuvre ; mais comme cette opération en fournirait plus que les arts n'en exigent, on en revivifie une partie en la fondant à travers du charbon.

de l'affinage, et comme cette opération est très-coûteuse, on doit tout sacrifier pour qu'elle n'éprouve aucune entrave. L'accident le plus fréquent arrive au sol, qui se brise dans le courant de l'affinage, et qui force à tout recommencer.

Comme l'art d'essayer l'argent pour en déterminer le titre, est la miniature exacte des opérations précédentes, je ne puis en parler plus à propos. Il consiste à détacher un poids donné d'un lingot, à le fondre avec plusieurs fois le même poids de plomb, que l'on sait être privé d'argent, et à passer le tout à la coupelle, c'est-à-dire, à placer l'argent et le plomb dans un petit vase composé d'os calcinés que l'on chauffe sous une moufle. L'épaisseur de ce vase, nommé *coupelle*, est calculée de manière à pouvoir absorber tout le plomb que son vide peut contenir, et au moment où tout le plomb ajouté est converti en litharge et absorbé, l'argent pur paraît sous la forme d'un bouton brillant, dont on compare le poids avec celui qui a été détaché du lingot, et on connaît la quantité d'alliage, ou son titre, par ce qu'il a perdu par l'affinage, attendu que le cuivre est entraîné avec le plomb dans la masse de la coupelle. Si le fragment détaché pesait cent, et que le bouton ne pesât plus que quatre-vingt-dix, on en conclurait que le lingot est à neuf cents millièmes, ou au titre de la monnaie d'argent de France. En d'autres termes, on connaîtra le titre

d'un lingot d'argent et d'or, en divisant le poids du bouton par le poids primitif de la portion enlevée à ce lingot. Comme on est convenu d'exprimer le titre de l'or et de l'argent en millièmes, cette opération est devenue très-simple. Je donnerai à la fin de l'article or, une table pour convertir les karats et les deniers en millièmes. A la Chine, le titre de l'or et de l'argent est divisé en cent parties.

Je reviens au traitement des minerais d'argent par la seconde méthode ou par l'*amalgamation*. Voici la manière dont Klaproth la décrit.

Il paraît qu'avant *Ignace de Born*, savant minéralogiste saxon, l'on n'avait appliqué l'amalgamation qu'aux minerais d'argent natif, ce qui en restreignait infiniment l'usage ; mais aujourd'hui il est employé dans le traitement de tous les minerais pauvres, il consiste à griller les minerais sulfurés, après les avoir mélangés avec du muriate de soude, de manière à ce qu'il se forme, par le jeu d'une attraction double, du sulfate de soude et du muriate d'argent. On pulvérise et l'on tamise les minerais ainsi grillés, d'abord sur des cribles de fer, et ensuite sur des tamis de cuivre ; la *farine* ou la menue poussière qui provient de ces préparations, est portée dans les vases d'amalgamation, qui sont des tonneaux composés de douves très-épaisses cerclés en fer. On met vingt-huit livres d'eau

par quintal de poudre métallifère, et l'on y ajoute six à sept livres de fer forgé en forme de disques d'un pouce de diamètre et de trois lignes d'épaisseur; on bonde le tonneau, et on le met en mouvement sur son axe. Quelque temps après, on examine la consistance du mélange, qui est bon à retirer quand on peut y enfoncer une cheville de bois, et que le trou ne se rebouche pas après qu'on l'a retirée.

Nous avons vu que le grillage a converti les sulfures d'argent en muriate, et nous savons que le muriate d'argent est décomposé par le contact du fer humide (*Voyez* argent muriaté naturellement). Or le minerai pulvérisé à l'état de muriate a donc nécessairement dû se changer en argent métallique sur lequel le mercure peut agir comme dissolvant; aussi après cette seconde opération, on ajoute moitié en poids de mercure de la mine employée; on donne d'abord au vaisseau d'amalgamation un mouvement lent de rotation, que l'on augmente graduellement; et vingt à vingt-quatre heures de ce mouvement suffisent pour amalgamer l'argent contenu dans le mélange, du moins à peine en reste-t-il un demi-gros par quintal.

On soutire le mercure argentifère occupant le fond du tonneau qui est couché sur sa bonde, on l'introduit dans un triple sac de coutil, on le comprime graduellement pour en exprimer le

mercure non amalgamé; et ce qui reste dans le sac est un amalgame épais qui contient cinq à six parties de mercure contre une d'argent. L'on moule cette espèce de pâte en petites masses, qui sont ensuite exposées à une chaleur capable de volatiliser le mercure, et l'argent reste sous la forme d'une masse finement criblée, qui porte le nom d'*argent de pigne*. On le fond au creuset, on le lingote, et le traitement est terminé.

Cette méthode assez compliquée a été créée au Mexique, par Pedro Fernandez de Valesco, en 1567, pour le traitement de quelques minerais pauvres, et introduite au Pérou quatre ans après. C'est maintenant la seule qui soit en usage en Amérique, et nous avons vu, en parlant du mercure, que c'est elle qui absorbe la plus grande quantité de tout celui qu'on extrait en Europe. L'amalgamation, perfectionnée en Saxe, s'y exécute avec une grande économie, et paraît préférée presque partout à la méthode d'imbibition que nous avons décrite, en traitant de la formation du plomb d'œuvre.

On détruit en général dans l'amalgamation mexicaine, trois quarts de livre de mercure pour produire un marc ou une demi-livre d'argent; tandis qu'à Freyberg, en Saxe, on ne détruit, pour obtenir cent marcs d'argent (cinquante liv. pesant), qu'une once et demie de mercure. Cette différence énorme tient à la masse immense du

minerai pauvre d'Amérique, qui n'est point susceptible d'être loti comme le minerai de Saxe, qui exige, à son tour, une grande masse de combustible et de sel pour opérer le grillage qui précède l'amalgamation. Je regretterais que les bornes de cet ouvrage m'eussent empêché de m'étendre davantage sur tous les procédés ingénieux dont je n'ai fait qu'esquisser l'ensemble, si ce sujet n'avait pas été déjà traité avec la plus grande sagacité par plusieurs savans français et étrangers.

VIII. MINERAIS D'OR.

Comme l'or ne se trouve dans la nature qu'à l'état métallique, les caractères de ses minerais sont nécessairement les mêmes que ceux de l'or travaillé, et c'est pour cette raison que je les réunis, afin d'éviter les répétitions.

La belle couleur de l'or est connue de tout le monde; mais sa nuance jaune n'est pas toujours la même, parce que, soit que ce métal adhère encore à sa gangue, soit qu'il existe en grains disséminés dans les sables, ou qu'il ait été travaillé, il est presque toujours allié au cuivre, au fer, et surtout à l'argent; et sa couleur naturelle, qui est le jaune pur relevé du plus beau brillant métallique, en est presque toujours altérée.

L'or est le plus malléable des métaux; et cette propriété n'est pas une de ses moindres qualités,

car elle supplée à sa rareté, en lui permettant de recouvrir les corps de la couche la plus mince que l'on puisse imaginer, ainsi que nous le verrons en parlant de l'art du doreur. Il surpasse également tous les autres métaux par sa grande ténacité, qui est telle, qu'un fil d'un dixième de pouce de diamètre soutient un poids de cinq cents livres, sans se rompre.

La dureté de l'or est supérieure à celle du plomb et de l'étain ; mais elle le cède à celle du fer, du cuivre, du platine, de l'argent. Son éclat, inférieur à l'acier, au platine, à l'argent, surpasse celui des autres métaux ductiles.

Sa pesanteur spécifique est énorme ; elle égale 19,25 pour l'or natif ou simplement fondu, et 19,36 pour celui qui a été laminé ou tiré à la filière, c'est-à-dire environ treize cent cinquante-cinq livres, en le supposant dépourvu de tout alliage.

L'or n'est dissoluble que dans l'acide nitro-muriatique (1), dans les sulfures alcalins et dans le mercure ; car on peut considérer l'amalgame comme une dissolution. Klaproth pense

(1) L'acide nitro-muriatique ou hydrochlorique, est plus connu sous le nom d'*eau régale* ou *royale*; il est composé d'une à deux parties d'acide nitrique, contre quatre parties d'acide muriatique. Quand il tient de l'or en dissolution, il est jaune, et tache en violet pourpre le bois, le papier, la paille, et tous les corps combustibles.

que ce dernier moyen fut employé par Moïse pour anéantir le veau d'or. Enfin, l'air et l'action du feu ordinaire ne l'altèrent en aucune manière; mais lorsqu'on l'expose aux rayons concentrés d'un verre lenticulaire ou d'un miroir de réflexion, ainsi que le fit Buffon lors de ses grandes expériences de 1747, il fume, et se sublime en vapeurs. Buffon ajoute, *même avant de se fondre*; ce qui est bien contraire à toutes nos idées sur la volatilisation des métaux. Fourcroy trouva que l'or se couvrait par l'action des rayons solaires d'un oxide vitreux de couleur pourpre; ce qui est encore étranger à l'action du feu de nos fourneaux. Il serait donc très-possible, ainsi que le pensait l'illustre Buffon, que la chaleur solaire agît sur les corps d'une tout autre manière que la chaleur du feu ordinaire. Un fil d'or brûlé par la décharge d'une forte batterie électrique, laisse une belle trace pourpre sur le papier qui le supporte. Enfin, l'or fondu, et liquéfié à une température un peu supérieure à celle qui est nécessaire pour faire couler l'argent, prend une couleur vert de mer. Il se contracte considérablement en se refroidissant; ce qui le rend peu propre au moulage. Il est peu élastique, peu sonore, inodore, insipide, et s'électrise résineusement par le frottement, quand il est isolé.

Il est probable que l'or, comme la plupart des autres métaux, est susceptible de cristalliser par

un refroidissement lent et gradué; car, dans l'état naturel, on le trouve en cristaux peu volumineux, il est vrai, mais qui affectent les figures de cubes, d'octaèdres, de dodécaèdres, etc. L'on en trouve aussi sous la forme de dendrites, et l'on sait que ces espèces d'arborisations sont dues à des cristaux implantés les uns au-dessus des autres.

Telles sont les propriétés et les caractères distinctifs de l'or natif, et tout à la fois celles de l'or manipulé, qui n'en diffère, je le répète, que par un degré différent de pureté, et par les formes que l'art lui a fait prendre. Je passe aux variétés de ses minerais, et à l'exposition de leurs gissemens, et je réserverai pour la fin de cet article, les usages nombreux et variés auxquels l'or est employé, et qui sont fondés pour la plupart sur les différentes propriétés qui viennent d'être énoncées.

L'or natif se trouve engagé en cristaux, en filamens contournés ou branchus, en paillettes, en lames, ou en petites masses irrégulières dans la fissure ou à la surface du quarz commun, gras et ferrugineux, qui est sa gangue la plus ordinaire, et disséminé dans le jaspe, le felspath, la baryte sulfatée, la chaux carbonatée, etc., qui le renferment souvent aussi. Toutes ces substances pierreuses aurifères se trouvent en filons, qui traversent les roches de la plus ancienne formation, telles que les granits, les gneiss et autres

roches micacées, ainsi que les trapps, les cornéennes et le calcaire primitif. Divers minerais d'argent, de plomb, de cuivre, d'arsenic, etc., lui sont souvent associés, et le fer sulfuré le contient si fréquemment, qu'il doit être considéré comme étant l'un de ses plus intimes associés, peut-être même y a-t-il combinaison entre eux.

L'or, adhérant ainsi à diverses gangues, n'est point le plus répandu; celui qui est disséminé dans les sables, l'est infiniment plus; et dans cet état, il se présente en paillettes ou en grains, dont la grosseur varie depuis la finesse la plus extrême et la plus impalpable, jusqu'à la grosseur de la graine de lin et au delà. Lorsqu'un grain d'or surpasse le volume d'un pois, qu'il atteint celui d'une aveline, d'une amande et au delà, il prend le nom de *pépite*. Quelques-unes de ces pépites sont citées pour la grosseur de leur volume: telles sont particulièrement celle du cabinet de Madrid, qui pèse soixante-six marcs; celle de l'ancienne Académie royale de France, qui pesait vingt-un marcs quatre onces; celle du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, qui pèse plus de deux marcs, etc. Il paraît qu'on rencontrait souvent de ces morceaux d'or isolés lors de la conquête du Pérou; ce qui avait encore fait exagérer la richesse de ces malheureuses contrées, et qui leur valut en partie les maux inouïs qu'on leur fit souffrir avec tant de barbarie.

L'or natif en grains ou en paillettes se trouve dans les terrains d'alluvion des plaines, où les torrens, les ruisseaux et les fleuves le détachent par le lavage et vont le déposer dans les angles de leurs lits avec d'autant plus d'abondance que leurs eaux se sont plus débordées après des pluies subites et orageuses. C'est faute d'avoir bien observé la marche de ces transports de paillettes et la constitution des terrains qui encaissent le cours des rivières aurifères que tant de gens se sont livrés à la recherche des prétendus filons qui fournissaient, selon toute apparence, les grains d'or et même les pépites qu'elles roulent. On est généralement d'accord aujourd'hui sur leur origine, mais on ignore encore quel fut le gissement primordial de ces particules d'or. MM. Napione et le comte de Bournon pensent, peut-être avec raison, qu'elles proviennent de la décomposion des pyrites aurifères qui renferment l'or, en effet, sous la forme de paillettes extrêmement fines; mais si cette explication est applicable aux très-petits grains d'or, elle est inadmissible pour les pépites d'une grosseur moyenne; rien, il est vrai, n'empêche de supposer aussi la destruction antérieure de quelques filons où l'or aurait existé en masses plus ou moins volumineuses; mais ce qui vient à l'appui de l'opinion des deux savans que je viens de citer, c'est que les sables aurifères des différentes parties du monde sont très-char-

gés d'oxide de fer, et que l'on sait parfaitement que les pyrites, en se décomposant, abandonnent une très-forte dose de cet oxide pulvérulent avec lequel l'or se trouve disséminé. Nous reviendrons sur ces différens gissemens en citant les principales mines d'or connues et les principaux fleuves qui en roulent des paillettes; mais, avant d'aller plus loin, je crois convenable d'indiquer les caractères distinctifs entre l'or natif et les substances qui lui ressemblent par leur couleur et leur éclat. Le cuivre pyriteux, le sulfure de fer et le mica jaune sont les trois minéraux que l'on peut confondre avec l'or, quand on n'a aucune connaissance en minéralogie; voici les moyens les plus simples d'éviter la méprise.

Quand un minéral jaune et aussi brillant que l'or ne se laissera point couper avec un canif en produisant de petits copeaux, qu'il s'égrainera, ou qu'il résistera à son effort, que ce minéral perdra sa couleur et son éclat au feu, en répandant des vapeurs sulfureuses et prenant un aspect terne et une couleur brune ou noire; quand ce minéral enfin ne laissera point de trace sur une pierre de touche, on peut être certain qu'il est étranger à l'or natif, et qu'il n'est autre chose qu'une pyrite cuivreuse ou ferrugineuse. Ces pyrites peuvent contenir de l'or, il est vrai, mais comme il n'est point sensible à la vue, qu'il faut avoir recours aux agens chimiques pour en décou-

vrir la présence, qu'il n'influe point sur l'aspect extérieur de ces minéraux, et que c'est précisément la couleur et l'éclat qui en imposent, ces caractères suffiront pour que l'on ne puisse jamais confondre les pyrites avec l'or.

Quant au mica et au talc qui se trouvent si communément dans les roches primitives et dans les sables des plaines et des rivières, sous la forme de lames et de paillettes jaunes, blanches et aussi brillantes que l'or et l'argent, ces minéraux sont encore étrangers à l'or natif et même à toute espèce de substance métallique, et c'est par dérision qu'ils sont connus sous la dénomination d'*or* ou *d'argent de chat*. Le mica et le talc se laissent rayer par la pointe d'une aiguille, et produisent une poudre terne, douce au toucher, qui a perdu toute espèce de brillant métallique. Lorsqu'ils sont à l'état de sable fin, il suffit d'en jeter une pincée dans l'eau pour s'apercevoir que la grande légèreté de leurs paillettes permet à ce fluide de les soutenir quelques instans après qu'on l'a agitée, tandis que la poudre d'or la plus ténue se précipite au fond du vase presque subitement.

Quant aux compositions et aux alliages artificiels qui se fabriquent dans l'intention d'imiter l'or, on les reconnaît facilement par l'essai de la pierre de touche et de l'eau-forte, sur lesquelles je reviendrai en parlant du titre de l'or et des moyens employés pour parvenir à le connaître.

Tout le monde sait que l'or a servi de temps immémorial de signe représentatif, que c'est encore son principal usage, et que tous les hommes réunis et civilisés sont convenus de regarder cette matière rare et précieuse, comme l'équivalent ou la représentation de leur temps, de leur industrie et de leur richesse territoriale.

Avant qu'on eût inventé l'art de couler ou de frapper l'or, il servait déjà de monnaie, et l'on payait avec de l'or en poudre ou tel qu'il se trouve dans les sables; c'est même encore sous cette forme naturelle que les peuples sauvages des différens points de l'Afrique l'emploient pour trafiquer entre eux ou avec les Européens, qui leur ont appris depuis long-temps à en apprécier la valeur.

L'or pur s'emploie très-rarement seul, on l'allie presque toujours avec du cuivre, et surtout avec de l'argent, pour augmenter sa dureté, ou lui donner plus de consistance et de fermeté. L'alliage de l'or et de l'argent se trouve tout formé dans la nature, c'est même la variété la plus commune; il se distingue de celui qui contient du cuivre par une teinte de jaune moins foncée que celle de l'or pur, tandis que le cuivre exalte en quelque sorte sa couleur, en la faisant passer au jaune rougeâtre. L'*or argental* naturel, ainsi que le nomme M. Lucas, est d'un jaune de laiton qui passe au verdâtre. Celui qui contient

la plus forte dose d'argent, et qui mérite le mieux cette dénomination, s'est trouvé en Transylvanie et à la mine d'argent de Zmeof en Sibérie : il s'y est présenté en cristaux cuboïdes et en lames branchues. Klaproth l'a trouvé composé de soixante-quatre parties d'or et de trente-six d'argent. C'est l'*electrum* des anciens.

Comme il importe infiniment que l'on connaisse la juste proportion de l'alliage contenu dans l'or qui circule dans le commerce, on opère ce mélange dans les ateliers où l'on travaille ce métal, et cette opération se nomme *karature blanche* ou *karature rouge*, suivant qu'on ajoute de l'argent ou du cuivre à l'or que l'on veut employer soit au monayage soit à la bijouterie. Les lois et les ordonnances ont fixé, dans chaque état, la proportion des métaux étrangers qu'on peut introduire dans l'or; et c'est cette addition, plus ou moins considérable, qui règle le titre avoué dans chaque pays, et qui est garanti par le contrôle ou l'empreinte du poinçon qui est apposé sur les bijoux que l'on a préalablement essayés. Quant aux monnaies de la même date et du même pays, elles portent leur garantie avec elles-mêmes, puisque leur titre est réglé par les ordonnances du souverain.

Avant la création du système décimal, on évaluait, en France, comme partout ailleurs, le titre de l'or en *karats*, ou en vingt-quatrièmes,

dont chacun se sous-divisait en trente-deuxièmes, c'est-à-dire que l'or pur était au titre de vingt-quatre karats, que celui qui contenait le douzième de son poids d'alliage était à vingt-deux karats, etc. Aujourd'hui, le titre des métaux d'or et d'argent se divise et s'exprime en millièmes. Ainsi l'or pur est au titre de mille, celui qui contient un dixième d'alliage est au titre de neuf cents millièmes, etc. (1). En France, la monnaie d'or est au titre de neuf cents millièmes, et les bijoux à huit cent trente-trois millièmes.

L'art de connaître le titre de l'or se compose de plusieurs opérations chimiques dont nous allons tâcher de donner une idée.

Le moyen que l'on emploie le plus ordinairement chez les bijoutiers et les orfèvres, pour s'assurer, non-seulement si un objet est d'or, mais encore à quel titre il peut être, consiste à tracer sur une pierre noire particulière, nommée *pierre de touche* (2), un trait ou une marque avec la pièce ou le bijou que l'on veut éprouver; à passer ensuite de l'*eau-forte* sur cette trace avec la barbe d'une plume, et à remarquer le changement qui s'opère dans la continuité et la densité de la marque ou du trait.

(1) Voyez à la fin de cet article la *Table de Charles Hatchett*, pour convertir les karats et fractions de karats en millièmes.

(2) Voyez l'*Histoire des pierres de touche et des substances qui peuvent les remplacer.*

De cette observation, qu'il est bon de faire à la loupe, on devra conclure, savoir :

1° Que l'objet n'est point en or, si la marque tracée sur la pierre disparaît en entier sous l'acide ;

2° Qu'il est en or à bas titre, ou qu'il contient beaucoup d'alliage, si l'on n'observe plus que des points éloignés les uns des autres ;

3° Qu'il est en or d'autant plus fin que la trace éprouve moins d'affaiblissement par le contact de l'eau-forte.

Cette épreuve est fondée sur la propriété dont jouit ce métal précieux de résister à l'action de l'acide nitrique affaibli, dit *eau-forte*, tandis que l'argent, le cuivre et ses alliages avec le zinc, qui sont connus sous les noms de *similor*, d'*or de Manheim*, etc., s'y dissolvent presque instantanément. Elle exige beaucoup d'habitude, et l'on ne devient habile à juger par ce moyen le degré de pureté de l'or, qu'à force de s'exercer avec les *touchaux*, qui sont des morceaux d'alliage à des titres connus ; mais quelle que soit cette habitude, on conçoit qu'un objet plaqué ou fortement doré pourrait en imposer aux plus habiles, en donnant une trace indestructible sur la pierre de touche, tandis que le milieu pourrait être de cuivre, d'argent ou de platine purs ; tels étaient les louis doublés, par exemple, qui contenaient dans leur intérieur une plaque de pla-

tine recouverte d'or au titre. Alors il faut avoir recours à l'essai de la coupelle ou à la pesanteur spécifique, si l'objet est de nature à ne pouvoir être attaqué dans aucune de ses parties sans se détériorer.

Tout le monde connaît l'histoire de la couronne d'or d'Hiéron, roi de Syracuse, qui, ayant soupçonné l'artiste qui l'avait exécutée d'y avoir introduit, contre ses ordres, une certaine quantité d'argent, proposa à Archimède d'éclaircir ses doutes sans altérer en rien cette couronne, et de lui rendre compte, non-seulement si elle contenait effectivement de l'argent, mais en quelle dose.

Le savant ne trouva point à l'instant le moyen de résoudre le problème; mais ayant remarqué, en entrant dans le bain, que son corps devenait sensiblement plus léger que dans l'air, ce trait de lumière lui dévoila les lois de la gravité spécifique des corps pesés dans l'air et dans l'eau; d'où il déduisit cet axiome :

Que les corps perdent dans l'eau le même poids que celui de l'eau qu'ils déplacent: et c'est sur ce principe immuable qu'est fondé l'art de prendre la pesanteur spécifique des corps, sans qu'il soit nécessaire de les réduire à un volume uniforme.

Je ferai remarquer cependant qu'Archimède, qui ignorait peut-être que certains alliages sont moins denses que la densité moyenne des métaux qui les composent, et que d'autres le sont davan-

tage, a pu fort bien conclure de ses expériences hydrostatiques, que la couronne renfermait plus d'argent qu'elle n'en contenait réellement; car l'or et l'argent, en s'alliant ensemble, perdent de leur densité par un défaut d'arrangement entre leurs molécules, qui laisse subsister des vides nombreux.

L'on voit donc qu'il n'est pas aisé de déterminer rigoureusement, par l'essai de la pesanteur spécifique, la quantité de l'alliage contenu dans les métaux précieux, à moins que l'on ne finisse par construire des tables analogues à celles de Bergenstierna pour l'étain, dont l'application ne serait pas même très-aisée. Cependant, dans une circonstance importante, il ne serait pas impossible d'approcher de la vérité, en faisant usage de la pesanteur spécifique, et en composant des alliages de plus en plus pauvres, jusqu'à ce que l'on ait trouvé celui qui jouirait d'une densité égale à l'objet contesté. (*Voy.* la description de ma nouvelle balance hydrostatique, la manière de s'en servir, et sa figure, tom. 3.)

Dans les hôtels des monnaies, où l'on doit déterminer rigoureusement le titre de l'or que l'on veut mettre en circulation, l'on ne se contente ni de l'essai à la pierre, qui n'est applicable qu'aux bijoux et aux petits objets, ni de la pesanteur spécifique, qui entraîne avec elle une suite de calculs et de précautions qui tiennent

à la température dans laquelle on agit, à l'augmentation ou à la diminution de densité des alliages, etc.

Si l'on présume que l'or ne contient que du cuivre (ce que l'on reconnaît à sa couleur jaune rougeâtre), on se contente de le passer à la coupelle avec une quantité donnée de *plomb d'épreuve* (1); le cuivre s'incorpore avec le plomb dans la masse de la coupelle, la colore en brun, et l'or reste pur. On en connaît le titre en divisant le poids du bouton obtenu par le poids primitif de l'or avant d'avoir été épuré.

Ainsi, ayant détaché mille parties d'or du lingot, s'il n'en reste que sept cent vingt-cinq parties après l'épreuve, on en conclura que le lingot est au titre de sept cent vingt-cinq millièmes.

Si l'on présume que l'or soit argental, ce qui est le cas le plus ordinaire, on procède à l'*inquartation*, et ensuite au *départ*.

L'*inquartation* est l'opération par laquelle on fond l'or que l'on veut essayer avec trois fois autant d'argent en poids. On lamine ce nouvel alliage, qui n'est plus que de l'argent aurifère; on roule la feuille en cornet; on la plonge dans de l'acide nitrique légèrement étendu d'eau; l'argent s'y dissout promptement, l'or lui résiste,

(1) Plomb qui a été purgé d'argent autant que cela est possible.

il reste intact sous la forme d'une lame criblée comme de la dentelle; on le lave, on le pèse, et l'on connaît ainsi le titre de l'or, en divisant le poids du résidu par celui de la portion enlevée au lingot. C'est cette dernière opération, qui a pour butde dissoudre l'argent, qui se nomme particulièrement *départ*. Quant à l'*inquartation*, son effet est d'isoler les molécules d'or, de les mettre en infériorité de nombre, et d'empêcher qu'elles ne garantissent l'argent de l'action de l'acide. Je renvoie, pour de plus grands détails, au Manuel de l'essayeur, que l'on doit à M. Vauquelin.

L'essai des minerais d'or natif où le métal est apparent, peut se faire absolument de la même manière que pour l'or travaillé. Quant à ceux où le métal est disséminé en particules si fines et si ténues qu'il échappe à la vue, on a recours à l'amalgamation du mercure ou à l'action de l'eau régale. Nous reviendrons sur le premier de ces procédés, en parlant du traitement des minerais d'or en général.

L'art de dorer les métaux est fondé sur la double propriété dont jouit le mercure de s'amalgamer avec l'or, et de se volatiliser ensuite au feu, en abandonnant l'or qui adhère fortement au métal sur lequel on a étendu l'amalgame mercuriel, qui est composé dans la proportion de huit parties de mercure et d'une d'or (Klaproth). C'est ainsi que l'on dore à chaud le fer, le bronze

et l'argent, qui, dans cet état, prend le nom de *vermeil.*

Lorsque les pièces sortent dufeu, elles sont recouvertes d'une couche d'or terne, qui porte le nom d'*or moulu;* on polit sa surface avec un brunissoir, ou bien on la conserve à l'état mat dans d'autres parties du même ouvrage. Nous voyons tous les jours l'effet avantageux que l'on obtient de ce contraste, soit sur le bronze soit sur la porcelaine, que l'on dore aussi par un procedé particulier, qui consiste à diviser l'or à l'infini, et à l'appliquer avec un fondant qui est ordinairement du borax ou de l'oxide de bismuth.

On peut dorer encore les métaux à froid, soit ou employant l'or en chiffons, qui provient de la combustion d'un linge imprégné de la dissolution de l'or dans l'eau régale, et qui s'applique par le frottement sur l'argent et le cuivre, soit en trempant la pièce de métal à dorer dans une dissolution neutre étendue de muriate d'or, etc.; c'est particulièrement au cuivre que cette méthode convient.

En Angleterre, on dore l'acier en le plongeant dans l'éther sulfurique aurifère, etc.; mais, de toutes ces dorures, aucune n'est aussi solide que celle qui provient de l'amalgame mercuriel.

Quant à la dorure des corps combustibles ou de toutes les matières qui ne peuvent point soutenir

l'action du feu, elle consiste à fixer à leur surface, au moyen de vernis ou de mucilages, des feuilles d'or excessivement minces : c'est ainsi que l'on dore le bois, le papier, le plâtre, le plomb, le cuir, et même le fer en place ; il suffit quelquefois de hacher la surface de ce métal, et d'y appliquer fortement une feuille d'or avec un brunissoir, pour l'y fixer assez solidement : c'est ce que l'on nomme *or haché* (1). L'or en coquille des dessinateurs n'est autre chose que des feuilles d'or broyées avec du miel, et dissoutes ensuite à l'état de poudre fine avec de l'eau gommée. On applique aussi des feuilles d'or sur le verre et la porcelaine, au moyen d'un vernis ; mais cette dorure n'est pas très-solide.

Il ne faut point confondre avec la dorure le vernis que l'on applique à la surface des objets de peu de valeur qui sont coulés en bronze ou en potin. Cette manière de donner une apparence dorée s'appelle *passer en couleur*. Ce vernis, qui est très-employé dans les ateliers de Paris et de Birmingham, est composé de

Gomme laque.	2	onces.
Karabé ou succin	2	
Sang-de-dragon.	40	grains.
Safran	36	
Esprit de vin ou alcohol. . . .	40	onces.

(1) L'on est même parvenu à dorer sur les tissus de soie les plus délicats par un procédé chimique qui est dû à madame Fulhame, et qui est décrit dans la *Biblioth. britannique* de 1797.

On fait chauffer les objets avant d'y appliquer ce vernis (1).

La malléabilité et la divisibilité extrême de l'or, sont les bases de l'art du doreur ; et ces deux propriétés y sont portées à un tel point, que les physiciens en ont consigné les résultats dans leurs écrits, comme exemples d'une divisibilité extrême. Voici ceux qui sont les plus connus, et qui sont fournis par le travail journalier des batteurs et des tireurs d'or.

Boyle a observé qu'un grain d'or, réduit en feuilles, peut couvrir une surface de cinquante pouces carrés ; que chacun de ces pouces carrés peut se sous-diviser en quarante-six mille six cent cinquante-six autres petits carrés, et que, par conséquent, la feuille entière de cinquante pouces peut fournir deux millions trois cent vingt-deux mille huit cents petites feuilles d'or visibles à l'œil nu.

Un cylindre d'argent recouvert d'une once d'or passé successivement par des filières de plus en plus fines, se réduit en un fil doré aussi délié qu'un cheveu, et si l'on passe ce fil au laminoir, il s'aplatit et produit une lame d'argent doré, sur ses deux faces, et de cent onze lieues de poste de longueur. Si l'on met les deux faces dorées l'une au bout de l'autre, par la pensée, on aura donc

(1) *Journal de physique*, t. XIV.

développé cette once d'or en une lame de deux cent vingt-deux lieues de longueur, sur environ un neuvième de ligne de largeur ; et l'on trouve par le calcul que ce ruban est divisible en quatorze billions de parties visibles à l'œil nu.

C'est par suite de cette divisibilité extrême, que l'on prétend qu'avec un ducat d'or, valant environ 12 francs, il est possible de dorer une statue équestre de grandeur naturelle (1). Les feuilles d'or que fabriquent les batteurs, placées entre l'œil et la lumière, paraissent d'un vert

(1) L'on cite un grand nombre de monumens dorés en plein dans l'Inde, et particulièrement dans les villes principales du royaume de Camboge. Ces tours, ces ponts, ces portes, ces divinités colossales, dorés ou recouverts de plaques d'or, que les Bouddhistes ont élevés dans les différentes parties de l'Inde orientale, ont fait penser à quelques écrivains économistes, que cette prodigieuse consommation d'or et d'argent pouvait compter pour quelque chose dans les questions relatives à la balance et à l'écoulement des métaux précieux, dans les différentes parties de l'ancien continent.

En effet, dit M. Rémusat, dans sa Description du royaume de Camboge, l'on peut juger par comparaison : la dorure du dôme de l'hôtel des Invalides, à Paris, a coûté 94,059 francs; la lanterne seule, avec la flèche, a été dorée en plein comme les monumens de l'Inde ; elle a coûté 18,540 francs. Le pied superficiel est évalué à 3 francs 56 centimes, et le dôme, sans la flèche, en contient 21,210. La main d'œuvre, il est vrai, est moins chère aux Indes qu'à Paris; mais aussi l'art de battre l'or en feuilles d'une extrême ténuité, n'y est pas très-perfectionné, et l'on doit en perdre beaucoup dans la dorure. Qu'on

foncé ; elles sont tellement légères, que le plus petit mouvement dans l'air suffit pour les enlever; aussi les doreurs qui travaillent en dehors sont-ils forcés d'entourer leur place par des toiles qui s'opposent à l'action du vent. L'or battu se débite par livrets qui contiennent une feuille à chaque page. L'on connaît l'or d'épée qui est le plus fin, l'or de pistolet qui l'est moins, et l'or d'apothicaire qui est encore moins estimé. Les deux premières qualités servent à damasquiner les armes, et la troisième à envelopper certaines pilules pour en masquer le mauvais goût, d'où est venu l'adage *dorerla pilule*. Ce même or sert aux relieurs, aux peintres, aux décorateurs, aux fabricans de papiers peints, de cadres et d'ornemens d'églises, etc. Quant à l'or mussif, il n'a que la couleur de commun avec ce métal : nous avons vu, en parlant de l'étain, que ce n'est qu'une combinaison d'étain et de soufre. Ce que l'on nomme *or de couleur*, dans la bijouterie, sont des alliages de fer, de cuivre et d'argent avec de l'or, qui ne s'emploient que pour l'ornement des bijoux; enfin, le rose, le pourpre, et différentes teintesde violet dont on fait usage dans la

juge donc de ce qu'il en peut coûter pour recouvrir d'or des statues colossales, des ponts, et des tours d'une grande élévation, comme on en voit dans diverses parties de l'Inde orientale. (*Abel Rémusat, description du royaume de Camboge, traduite en Chinois, p.* 43).

peinture sur porcelaine, dans l'art de l'émailleur, et dans l'imitation des pierres fines, sont des oxides d'or, dont le plus connu se nomme *pourpre de Cassius*.

Tels sont les principaux usages de l'or, de ses alliages et de son oxide; car ses propriétés médicinales sont au moins contestables, quoiqu'on ait cherché à les prôner de nouveau. M. Chrestien prétend même avoir obtenu des préparations de ce métal plusieurs résultats avantageux (1).

Peut-on parler d'or sans songer aux folies des alchimistes, à tous ces hommes, la plupart dénués des premières notions de chimie, travaillant avec une constance et une opiniâtreté sans exemple à la transmutation des métaux, à la découverte de la pierre philosophale, ou à l'art de convertir en or toutes les autres substances métalliques qui, suivant eux, n'étaient que de l'or imparfait plus ou moins *mûr?* L'or était pour eux le *summum* de la métallisation, le corps le plus parfait de tous les fossiles, celui qu'ils ne pouvaient ni changer ni altérer, qui résista à toutes leurs épreuves, à tous les essais bizarres auxquels ils le soumirent; et comme l'alchimie avait alors un langage, et des signes particuliers avec lesquels toutes les substances, tous

(1) Consultez la *Chimie médicale* d'Orfila, t. 1, p. 457.

les réactifs et tous les instrumens étaient désignés, l'or fut proclamé roi ; le cercle, symbole de l'éternité, lui échut en partage, et le nom de soleil parut le seul qui fût digne de lui être appliqué. Le *grand-œuvre*, ou la solution de ce problème imaginaire, donna naissance à plusieurs découvertes réelles, à plusieurs médicamens précieux; mais absorbés par la chimère qu'ils poursuivaient sans relâche, les alchimistes laissèrent à des temps plus éclairés le soin de recueillir ces heureux produits du hasard. L'alchimie était connue à la Chine; et cette illusion existait encore peu d'années avant la conquête des Tartares (1).

La décomposition de l'eau et de l'air, l'analyse du diamant, la découverte des métaux alcalins et terreux, sont de nature à nous faire douter si l'on ne parviendra point un jour à décomposer les métaux; et si le règne de l'alchimie n'était point absolument éteint, il serait au moins plus fondé qu'il ne l'a jamais été, puisqu'il aurait à son appui plusieurs grandes découvertes qui sont tout aussi extraordinaires que pourrait l'être la décomposition de l'or; car, en bonne logique avant de chercher à composer un corps, il faut connaître ses principes constituans. Il ne nous a été possible de créer de l'eau que depuis l'époque

(1) Le P. Cibot, cité par Grosier.

où Lavoisier apprit au monde étonné que ce prétendu *élément* était composé de deux gaz, qu'il nous est permis de préparer dans nos laboratoires.

L'or ne se trouve pas seulement dans le règne minéral ; il existe, comme le fer, dans la cendre de certains végétaux, mais en beaucoup moins grande proportion. Berthollet en a cependant retiré jusqu'à quarante grains par quintal de cendre ; et Sage en a obtenu aussi une quantité notable de la cendre des sarmens de vigne ; mais cette existence de l'or dans le tissu végétal, est un simple fait en histoire naturelle, qu'il faudrait bien se garder de considérer comme étant susceptible d'être utilisé; car il ne faut point confondre ces cendres végétales avec les cendres des bijoutiers, qui proviennent de la balayure de leurs ateliers, et d'où l'on retire annuellement des quantités d'or assez considérables pour qu'il importe infiniment de ne point les négliger : c'est pour amasser la poussière des appartemens où l'on travaille l'or, que les planchers des ateliers de bijoutiers, d'orfèvres, etc., sont recouverts d'un treillis en bois sur lequel on marche. Il existe à Paris, à Genève, et dans la plupart des villes où l'on fabrique une grande quantité de bijoux, des hommes qui font métier de laver ces cendres.

Les anciens ont connu l'or, et la plupart des

usages auxquels nous l'employons. Les écrits des auteurs de l'antiquité sont remplis des descriptions de leurs statues et de leurs vases d'or massif, de leurs palais dorés, de leurs trésors et des riches contrées où ce métal précieux abondait. Quelques monumens échappés aux ravages du temps nous ont appris à ne pouvoir douter que les Egyptiens et les Grecs possédaient l'art de dorer les substances qui ne sont point capables de résister au feu; car, non-seulement on en ornait souvent l'enveloppe extérieure des momies, mais M. Geoffroy, qui a fait partie de l'expédition des savans français en Egypte, a observé des cadavres de femmes embaumés, dont la peau même avait été dorée sur toute son étendue, et jusque dans ses replis les plus secrets. Plusieurs statues grecques portent encore des ornemens dorés; et la grande quantité des médailles d'or de toutes les époques que l'on découvre sur tous les points de l'Europe, avec les bagues, les bracelets et tous les bijoux du temps, nous ont mis à même de fixer nos idées sur l'art de manipuler ce métal, même à des époques qui se perdent dans le vague des premiers âges.

Les lieux célèbres d'où les anciens tiraient l'or qu'ils employaient avec tant de profusion dans certaines circonstances, sont l'Inde, la Thrace, la Macédoine, les environs du Caucase, l'Arabie, plusieurs îles de l'archipel grec, ainsi

que le Portugal, la Galice et les Asturies. Leur manière d'exploiter les mines de ces contrées répondait au gigantesque de leurs autres travaux. Les Romains ne se contentaient point comme nous de suivre les filons aurifères et leurs ramifications, d'en piler et d'en laver le minerai sur des tables drapées, etc.; ils attaquaient des rochers entiers, des pans de montagnes que l'on sapait, que l'on faisait écrouler, et dont on lavait les débris avec des courans d'eau amenés à grands frais. Plusieurs passages d'Hérodote, de Pline, de Diodore de Sicile, font mention de ces exploitations et des sables d'or que l'on recueillait dans d'autres contrées, et qui étaient amassés dans les trésors des rois. Pendant longtemps les Phéniciens ont été les mineurs et les métallurgistes des autres peuples; aussi trouve-t-on dans les lieux qui ont été exploités par eux, des tombeaux ou d'autres monumens qui contrastent avec ceux qui en sont voisins, et qui annoncent le séjour d'un peuple étranger.

De nos jours les mines les plus célèbres sont celles du Nouveau-Monde, parmi lesquelles on cite particulièrement :

Au Brésil, celles de *Jaragua*, à quatre lieues de Saint-Paul et dans la capitainerie de ce nom; elles ont été decouvertes, les premières, par les colonies portugaises qui sont devenues célèbres sous le nom de *Paulistes*, par leurs excursions har-

dies dans l'intérieur des terres, et leurs heureuses découvertes. Ces mines de *Jaragua* sont situées dans une contrée montueuse où la roche primitive qui constitue la base du sol est immédiatement recouverte par une couche d'agglomerat peu solide, formé principalement de cailloux, de quarz et de gravier; c'est cet agglomerat, qui est couvert lui-même par la terre végétale, dans lequel on trouve l'or en grain. Ce terrain d'alluvion porte le nom portugais de *casalho* ou *casalhao* (1).

L'exploitation a lieu à ciel ouvert, et l'extraction de l'or s'opère par lavage : ce sont des nègres qui font ce travail.

Quand on peut se procurer un courant d'eau suffisamment élevé, dit M. Mawe, on taille dans le *casalho* des gradins qui ont chacun 20 à 30 pieds de long sur 2 à 3 de large et un pied de hauteur. On creuse à la base une fosse de 2 à 3 pieds de profondeur; sur chacun de ces gradins sont placés six ou huit nègres qui, à mesure que l'eau descend doucement, remuent sans relâche la terre avec la pelle, jusqu'à ce qu'elle soit toute convertie en boue liquide, et entraînée plus bas. C'est dans la tranchée inférieure que les particules d'or s'arrêtent, en se précipitant au fond par le seul fait de leur grande pesanteur spécifique.

(1) *Voyage dans l'intérieur du Brésil*, par Jean Mawe; traduit de l'anglais par J. B. B. Eyriès, 1810.

Après cinq jours de lavage, on enlève le sédiment du fond de la tranchée ; il est d'une teinte charbonneuse foncée et se trouve composé d'oxide de fer, de pyrites, de quarz ferrugineux et de paillettes d'or. On transporte ce sédiment auprès d'un autre courant d'eau, pour lui faire subir une nouvelle opération de lavage.

On se sert pour celui-ci de sébiles ou gamelles en forme d'entonnoir, larges de deux pieds en haut et profondes de cinq à six pouces. Chaque laveur se tenant debout dans le ruisseau, prend environ cinq à six livres du sédiment aurifère dans sa sébile, y fait entrer une certaine quantité d'eau, l'agite avec adresse, de manière à ce que les paillettes d'or tombent au fond et sur les parois du vaisseau en se séparant des autres substances légères que l'eau entraîne avec elle.

On rince ensuite les gamelles dans une autre plus grande qui est remplie d'eau, et où l'or se dépose sous la forme de paillettes excessivement petites, ou en grains de la grosseur d'un pois et au delà.

Les mines de *Jaragua* ont été beaucoup plus riches qu'elles ne le sont aujourd'hui : on les regardait comme le Pérou du Brésil.

Après les lavages de *Jaragua*, car on les nomme plus exactement sous ce nom que sous celui de mines, M. Mawe cite celui de *Cantagallo*, situé seulement à quarante lieues de Rio-Janeiro,

qui a été découvert et exploité secrètement par une bande de *Grimperos* (gens qui courent le pays en cherchant des lavages et qui les exploitent à leur compte ; le gouvernement les traite comme des contrebandiers). L'or est contenu, comme à *Jaragua*, dans des couches de *casalho*. Leur produit journalier est de 1 fr. 20 c. à 2 fr. 40 c. par nègre, dont la nourriture ne coûte pas 10 centimes.

Les lavages de *Minas-Geraes* sont répandus dans quatre districts ou capitaineries ; l'or qu'ils produisent se trouve dans le même agglomerat qu'à *Jaragua*, et se lave de la même manière. On y connaît aussi quelques filons réglés. Ces mines, qui ont été découvertes en 1695, ont produit, par approximation jusqu'en 1814, environ 654,625 kilogrammes d'or ; ce qui supposerait un produit annuel de 5,547 kilogrammes, estimés à 16 ou 17 millions de francs (1). Les principales exploitations sont situées près de la Villarica fondée par les Paulistes, qui en sont les inventeurs.

M. de Humboldt porte le produit total des mines d'or du Brésil à 6,873 kilog. d'or fin par an, qui répondent à une valeur de 23,689,700 fr. Le kilogramme d'or étant porté à 3,446 fr. 31 c.,

(1) Extrait d'une lettre particulière du baron d'Eschwège, et de notes récentes insérées dans le tome II des *Annales des mines*, p. 207.

cette évaluation est moyenne entre celles qui sont données par les autres écrivains.

La NOUVELLE-GRENADE et le CHILI sont, après le Brésil, les contrées qui fournissent aujourd'hui la plus grande quantité d'or. Il s'extrait par le lavage des terrains d'alluvion analogue au *cascalho*. Le produit annuel des mines à la Nouvelle-Grenade est estimé à 4,714 kilog. d'or fin, répondant à 16,245,918 fr.; celui des lavages du Chili à 2,807 kilog. valant 9,668,543 fr.

Le MEXIQUE, le PÉROU et le royaume de BUENOS-AYRES produisent aussi une grande quantité d'or; mais elle est cependant bien inférieure à celle qui provient du Brésil et du Chili. Quant à son gissement, une partie se trouve dans des filons de quarz; une autre provient du lavage du *cascalho*, du sable des rivières, ou des filons d'argent aurifères. M. de Humboldt évalue le produit annuel de ces mines de la manière suivante:

Mexique.	1,609 kilogr.
Pérou.	782
Buenos-Ayres.	506
	2897

valant environ 10 millions de francs.

Ainsi l'on estime le produit total annuel des mines et des lavages d'or de l'Amérique, à dix-sept mille deux cent quatre-vingt-onze kilogrammes d'or fin, ayant une valeur de

59,582,694 francs (1), dont le Brésil à lui seul fournit près de 24 millions.

En Afrique on ne connaît point de mines d'or proprement dites; mais il paraît, à en juger par les produits, qu'il y existe des lavages très-productifs, car le commerce de la *poudre d'or* est répandu sur presque toutes les parties de l'Afrique; mais on cite surtout trois ou quatre points de ce vaste continent qui fournissent ce métal en abondance, savoir :

1° Dans le Kordofan ou Korfodan, partie de la Nubie entre le Darfour et l'Abyssinie, les nègres transportent la poudre d'or dans des tuyaux de plumes d'autruches et de vautours; en Abyssinie même, on cite Damote et Enarea.

2° Dans la partie occidentale de l'Afrique, au sud du grand désert, et au pied des montagnes élevées d'où sortent le Sénégal, la Gambie et le Niger qui charient de l'or, ainsi que tous les ruisseaux qui s'y jettent. La Nigritie, le royaume de Bambouk en Ethiopie produisent aussi beaucoup d'or. Les Maures l'échangent contre du sel qu'ils y portent. Il se trouve, dit-on, à la surface d'une terre argileuse, légère et sablonneuse. Ce pays, situé entre le douzième et le treizième degré de

(1) Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle, article *mine*, rédigé par M. de Bonnard, ingénieur en chef au corps royal des mines de France.

latitude, est soumis au gouvernement aristocratique, et ce sont les *farims* ou seigneurs des villages qui fixent l'époque des fouilles dont moitié du produit leur revient. Les Européens travaillèrent à l'exploitation de ces lavages jusqu'en 1763. Cet or se répand dans toute la Barbarie, et jusqu'au Caire et à Alexandrie en Egypte, sous le nom de *tibir*.

3° Enfin on recueille beaucoup d'or aux environs de *Sofala*, et les Cafres y en apportent aussi du pays de Manica. La ville de Sofala se nomme aussi *Sophira*, ce qui a fait penser que ce pouvait être l'ancienne *Ophir* où Salomon envoyait sa flotte pour y chercher l'or.

Il n'est pas aisé d'apprécier le produit de telles exploitations : cependant M. Brongniart le porte approximativement à mille cinq cents kilogrammes par an, ce qui répondrait à 5,169,000 francs, en évaluant toujours l'or à 3,446 francs le kilogramme.

En Asie, la partie méridionale renferme beaucoup de terrains d'alluvion qui sont aurifères; et un grand nombre de rivières en roulent aussi des paillettes. Le Pactole, dont on a beaucoup exagéré les richesses et les propriétés, est une petite rivière aurifère qui coule en Lydie et qui était la source des richesses de Crésus. Ses eaux guérissaient de tous les maux suivant les poëtes de l'antiquité, ce qui n'est peut-être qu'une allé-

gorie dont le vrai sens a rapport au bien-être causé par la fortune.

On assure qu'il existe des mines ou des lavages d'or dans plusieurs îles de l'archipel indien, telles que Borneo, Java, Sumatra, Formose, Ceylan, Célèbes, le Japon, etc. Rochon en cite aussi à la Cochinchine et dans le royaume de Siam. Une grande partie de l'or qui existe à la Chine se recueille dans le sable des rivières et des torrens qui descendent des montagnes situées sur les limites occidentales des provinces de Sé-Tchuene et d'Yune-Nane. La consommation de ce métal est peu considérable; car il n'est guère mis en œuvre que par les doreurs ou pour de légers ornemens. L'empereur seul possède une grande quantité de vaisselle d'or (1).

Enfin en *Sibérie*, nous n'avons que la mine de Bérésoff à citer; mais elle est remarquable par la nature de son minerai qui est composé de pyrites ferrugineuses cubiques, striées à leur surface, et dont l'intérieur est solide ou spongieux. Ces cubes ne sont point brillans; ils sont bruns, ternes, et ressemblent assez à de l'oxide de fer ordinaire. L'or qu'elles contiennent se trouve disséminé en fines paillettes dans toute leur masse, dans l'ocre qui les entoure, et dans le quarz carrié qui les accompagne; c'est même assez souvent cette substance pierreuse qui forme des

(1) *De la Chine*, par l'abbé Grosier, t. II, page 207.

espèces de gâteaux criblés de pores qui sont assez légers pour surnager, et qui renferment néanmoins beaucoup d'or en poudre.

On tire annuellement de cette mine, qui est située à quatre lieues au nord d'Ecatherinebourg, cinq à sept *pouds* de minerai très-riche, c'est-à-dire environ deux cent dix de nos livres. Cinq cents mineurs travaillaient à cette mine, lorsque Pallas la visita; et plusieurs milliers de *mougicks* ou paysans étaient occupés à piler et laver le minerai. Le travail d'une année peut être évalué à quatre cents marcs d'or pur. En 1786, cette mine rendit cinq cents marcs, parce qu'on exploitait alors un minerai plus voisin de la surface, et que Patrin fait observer que l'or est plus abondant là comme partout ailleurs dans les parties qui avoisinent le jour, qu'à quelques toises de profondeur.

En EUROPE, peu des mines d'or autrefois exploitées avec avantage, ont pu soutenir la concurrence avec celles du Nouveau-Monde; car l'or ayant perdu considérablement de sa valeur, à l'époque de la découverte mémorable de l'Amérique, il n'a plus été possible d'exploiter d'une manière lucrative un grand nombre de sables et de filons aurifères, dont le produit ne couvrait plus la dépense du travail. Aussi les mines européennes se réduisent-elles à celles qu'on exploite en *Hongrie*, dont les plus remarquables sont les

mines de *Schemnitz* et de *Cremnitz*, qui produisent un sable aurifère que l'on exploite dans le lit de la *Nera*, et dans la plaine qui est traversée par cette rivière. Ce sable est ferrugineux, et se trouve à quatre ou cinq pieds au-dessous d'une couche de craie. (Déborn) A Schemnitz on trouve aussi de l'or en place, contenu dans un filon de quarz qui renferme du plomb, du fer, et de l'argent sulfuré.

La mine de *Nagyag* en Transylvanie produit un minerai où l'or est uni au tellure natif. Quelques voyageurs placent cette mine dans le cratère d'un volcan éteint, ce qui mérite confirmation.

L'on cite encore en Hongrie les mines d'argent aurifères de *Felsobanya*, de *Boïtza*, de *Zalathna*, et un grand nombre de rivières et de plaines dont le sable contient de l'or; telles sont surtout les plaines et les rivières de Moros, d'Aranyoès, etc. Le produit des mines et des lavages de la Hongrie et de la Transylvanie est porté par M. de Villefosse à cinq mille deux cent dix-huit marcs par an; ce sont les seules exploitations d'Europe qui méritent encore d'être citées. Il existe cependant quelques faibles exploitations d'or en Norwège, dans le pays de Saltzbourg, sur le revers méridional des Alpes, à Macugnaga (1), dans les Grisons, etc.; mais les produits en sont si faibles

(1) Saussure, *Détails sur le gissement, l'exploitation, le traitement et le produit annuel de ces mines*, § 2132.

qu'ils méritent à peine de figurer à côté de ceux qui sont énoncés ci-dessus.

L'or est répandu assez généralement en Europe ; mais chacun de ses gîtes est trop pauvre pour que l'on puisse continuer à les exploiter. L'Espagne surtout renferme des mines et des sables qui ont été lavés avec bénéfice par les peuples de l'antiquité, par les Maures, et puis abandonnés lors de la conquête des mines du Pérou, du Brésil et du Chili. La France a possédé un filon d'or qui a donné de belles espérances ; mais il est devenu stérile à une faible profondeur : c'est celui de la Gardette près du bourg d'Oisan en Dauphiné. Le Rhin, le Rhône, le Gard, et plusieurs autres fleuves ou rivières charient des paillettes d'or qui ont fait pendant long-temps l'objet des recherches et du travail des orpailleurs. Plusieurs terrains d'alluvion assez analogues au *cascalho* d'Amérique ont également été lavés à des époques reculées. J'ai visité une de ces vieilles exploitations au village de Girocour près Pontoise, dont le minerai est un fer oxidé manganésifère très-noir. Le terrain présente encore les traces des anciennes fouilles qui y ont été faites.

Une opinion, qui est appuyée par plusieurs noms célèbres, tendrait à faire admettre que le soleil a influé sur la création de l'or, parce que les principaux gîtes de ce métal sont situés sous

les régions équatoriales, tandis que les zones tempérées ou glaciales n'en offrent en comparaison que de très-petits amas, et qu'enfin c'est toujours vers la surface du terrain ou à une faible profondeur que l'on rencontre le minerai le plus riche.

« Les mines d'or qu'on trouve dans les contrées septentrionales, et même dans les régions » tempérées, y sont en quelque sorte étrangères; » aussi sont-elles rares et peu riches. La véritable » patrie de ce métal est placée entre les tropiques. » La nature a décoré la terre d'une ceinture do- » rée, parsemée de diamans et de toutes sortes » de pierres précieuses : il ne faut pas moins que » la toute-puissance des rayons perpendiculaires » du soleil pour former ces belles productions » du règne minéral; aussi les trouve-t-on presque » à la surface du sol. *Patrin.* »

L'état actuel de nos connaissances ne nous permet pas de prononcer sur la valeur de cette opinion; mais je n'ai pas cru devoir la passer sous silence.

Le traitement métallurgique des minerais où l'or est apparent consiste à le soumettre au contact du mercure, après qu'ils ont été triés et lavés, et qu'on a rapproché le plus possible les molécules métalliques par ces préparations mécaniques. Le minerai et le mercure, placés dans des tonneaux d'amalgamation, sont mis en mouvement

jusqu'à ce que l'on juge que l'amalgame est parfait; alors on le presse graduellement dans une peau de chamois pour en exprimer le mercure pur, et l'on soumet l'amalgame à une chaleur capable de volatiliser celui qui est combiné avec l'or, et que l'on doit recueillir en grande partie quand l'opération est soignée.

Cet or peut contenir de l'argent, puisque le mercure a la propriété de s'amalgamer aussi avec lui, et que ces deux métaux sont souvent combinés ensemble; mais on l'en sépare à l'aide de l'acide nitrique comme on l'a dit plus haut, en parlant de l'art de l'essayeur et des opérations de l'*inquartation* et du *départ;* mais pour lui enlever deux ou trois millièmes d'argent que l'acide nitrique ne peut lui arracher, on fait bouillir sur l'or de l'acide sulfurique, et après cette dernière opération, il est parfaitement pur.

L'argent ainsi dissous dans les acides, n'est point perdu, comme on doit bien le penser; on l'obtient par précipitation au moyen du cuivre.

Le traitement des pyrites aurifères ne se distingue du précédent que parce qu'on est quelquefois obligé de les griller pour les pulvériser, afin de dégager les paillettes d'or excessivement fines qu'elles contiennent, de manière à les mettre à portée d'être attaquées par le mercure.

Les pyrites aurifères se traitent aussi par le

plomb et la coupellation; mais ce procédé, beaucoup moins économique que l'amalgamation, est peu suivi. Le mercure convient d'autant plus à ces minerais pyriteux, qu'ils sont ordinairement très-pauvres en or, et qu'il faut la plus grande économie pour que l'on puisse en obtenir quelque bénéfice. Les pyrites aurifères que l'on exploite encore sur le revers méridional des Alpes et dans les Grisons, ne contiennent quelquefois qu'un deux cent millième d'or. Cependant à l'époque où Saussure visita l'exploitation de Macugnaga au pied du Mont-Rose, elle donnait environ 13,000 fr. de bénéfice net. Ces exploitations, et plusieurs lavages établis en Piémont, produisent environ vingt-cinq marcs d'or par an ou un peu plus de six kilogrammes, valant à peu près 20,676 fr.

Nous venons de citer, non pas toutes les mines d'or, car cela nous est impossible, mais au moins les principales ou celles qui versent leurs produits dans le commerce européen. La récapitulation suivante, qui est celle que M. Brongniart a donnée d'après d'excellens renseignemens recueillis par M. Ch. Coquebert, offre le tableau approximatif de la masse d'or et d'argent qui est extraite annuellement du sein de la terre, et qui est mise immédiatement en circulation, soit sous la forme de monnaie courante, soit sous celles de bijoux ou d'ustensiles de luxe.

APERÇU *des quantités d'or et d'argent que l'on peut supposer être versées dans le commerce européen, année commune* (*prise de* 1790 *à* 1802.)

		OR. Kilog.	ARGENT. Kilog.
Asie.	Sibérie	1,700	17,500
Afrique.	. . . . .	1,500	»
Europe.	Hongrie.	650	20,000
	Saltzbourg	75	»
	Etats autrichiens. . .	»	5,000
	Hartz et Hesse. . . .	»	5,000
	Saxe.	»	10,000
	Norwège.	75	10,000
	Suède, France, Espagne.	»	5,000
Amérique	septentrionale. . . .	1,300	600,000
	méridionale	12,800	275,000
		18,100	947,500

D'où il résulte qu'en estimant l'or seulement à 3,000 fr. le kilogramme, à cause des métaux étrangers qu'il peut contenir quand il sort des lavages, et l'argent à 200 fr., ce qui est à peu près sa valeur moyenne; les mines versent par an pour 54,300,000 fr. d'or, et 189,500,000 fr. d'argent dans le commerce européen.

Si l'on compare cette récapitulation avec le grand tableau statistique de la Richesse minérale de M. Héron de Villefosse, rédigé en 1809, on trouvera plusieurs différences marquantes qui tiennent plutôt aux variations des produits eux-mêmes, qu'à l'inexactitude des documens qui ont

servi à la confection de ce tableau. On remarquera, par exemple, que le produit des mines d'or s'élève à deux mille kilogrammes de plus dans le tableau de M. de Villefosse que dans celui de M. Coquebert; tandis que les mines d'argent y sont portées pour plus de cent mille kilogram. en moins : différence qui s'explique assez par la difficulté qu'on éprouva en Amérique il y a quelques années à se procurer le mercure nécessaire à l'amalgamation des minerais d'argent.

Cette énorme quantité d'or et d'argent, qui vient augmenter la masse qui circule dans le commerce, doit nécessairement diminuer la valeur relative de ces métaux, comparativement au travail et aux denrées qu'ils représentent; car, comme la destruction de l'or et de l'argent est presque nulle, puisque l'on recueille même celui des vieilles dorures et des objets argentés, il en résulte que tout est plus cher aujourd'hui qu'il y a deux ou trois siècles, parce que la découverte des mines du Nouveau-Monde a versé tout à coup une très-grande quantité de ces deux métaux précieux dans la circulation, et que, bien qu'on en fasse un plus grand usage pour la confection des objets de luxe et pour l'entretien de nos nombreuses colonies, il en est résulté une augmentation considérable dans le prix des denrées et de la main-d'œuvre : augmentation qui serait bien plus sensible encore sans le perfec-

tionnement de l'agriculture et l'établissement des mécaniques. Les considérations suivantes que j'emprunte à l'Abrégé des principes d'économie politique de M. le marquis Garnier, pair de France, mettront cette vérité dans tout son jour.

DE L'OR ET DE L'ARGENT

CONSIDÉRÉS COMME MARCHANDISES ET COMME MONNAIE.

Les divers avantages que réunissent l'or et l'argent, le brillant, le poli, le degré de pureté dont ils sont susceptibles, leur fixité au feu, leur extrême ductilité, la propriété qu'ils ont de revêtir de leur éclat toutes sortes de substances, même les étoffes les plus légères, ont dû nécessairement leur donner le premier rang parmi les matériaux destinés à satisfaire le goût universel des gens riches, pour la commodité et la magnificence. Aussi ont-ils été, dans tous les temps, et chez tous les peuples, l'objet des recherches les plus actives; et l'infatigable industrie des hommes n'a jamais épargné ni soins, ni travaux, ni dépenses, pour arracher ces métaux précieux aux entrailles de la terre, les séparer des substances métalliques et pierreuses, dont ils se trouvent fortement enveloppés, ou avec lesquelles la nature les a combinés, et les rendre propres aux ouvrages de manufacture.

Les propriétés naturelles de l'or et de l'argent sont la source de leur valeur. La somme de travail et de dépense qu'il en coûte pour les extraire, les affiner et les mettre dans le commerce, est ce qui détermine leur prix.

On a dit plus d'une fois que leur haut prix provenait de leur rareté; c'est une erreur qu'il est utile de combattre.

La rareté d'une denrée en élève souvent le prix naturel; mais il y a une distinction à faire.

Une denrée peut être plus ou moins rare, lorsqu'elle est de telle nature que toute l'industrie humaine ne saurait la multiplier au gré des demandes qu'en font les consommateurs; ainsi, après une mauvaise récolte, et quand il y a apparence que la quantité de grains ou de fruits qui ont été recueillis ne saurait satisfaire la demande ordinaire des consommateurs, comme aucune industrie humaine n'a le pouvoir de grossir cette masse de grains ou de fruits, pendant tout l'intervalle qui sépare la récolte présente de la récolte future, alors la rareté élève le prix. C'est par cette raison que le blé monte, dans de certaines années, à quatre et cinq fois au-dessus de son prix. Mais il n'en peut jamais être ainsi d'une denrée que les hommes peuvent toujours produire dans le commerce au niveau de la quantité qui en est demandée. Si, par quelque cause particulière, on demandait aujourd'hui en Europe deux fois autant d'or et d'argent qu'on en demande communément, le travail des mines qui renferment ces métaux en serait encouragé d'autant; il prendrait un surcroît d'activité en proportion de cet accroissement de demande, et les marchés de l'Europe recevraient toute la quantité demandée. Dans cette supposition, il faudrait vraisemblablement fouiller à de plus grandes profondeurs, exploiter des filons moins abondans, et ajouter à la masse du travail et des dépenses que coûtent les mines dans l'état actuel des demandes.

L'or et l'argent seraient peut-être plus chers; mais cette augmentation de prix proviendrait du surcroît de travail et non de rareté. Il est aisé de voir que le prix des métaux dans le commerce n'est nullement en rapport avec leur rareté naturelle. Le platine, infiniment moins abondant que l'argent, est cependant moins cher que ce dernier métal.

Le prix de l'or et de l'argent a donc dû être, dans tous les temps, l'équivalent du travail et de la dépense que coûtent l'extraction, l'affinage et le transport de ces métaux.

Une seule circonstance pouvait faire varier ce prix; c'était un événement qui apportât un grand changement dans le travail et la dépense de l'exploitation des mines d'or et d'argent. Cet événement a eu lieu entre la fin du quinzième siècle et le commencement du seizième, par la découverte en Amérique, de mines beaucoup plus riches et plus faciles à exploiter que toutes celles connues jusqu'alors.

Le prix de l'or et de l'argent a subi à cette époque une révolution importante, et c'est la seule qu'il ait jamais subie. Dès lors, un quintal d'argent a pu arriver de la mine dans les marchés de l'Europe, avec environ six fois moins de travail et de dépense qu'auparavant; un quintal d'or, à environ quatre fois meilleur marché que dans les temps précédens. Les prix de ces métaux ont dû baisser relativement aux autres marchandises, dans une proportion correspondante à cette diminution de frais et de travail.

La vérité de cette assertion est établie par la théorie, elle est démontrée par les faits.

Le prix d'une marchandise est l'expression du rapport de valeur vénale qui existe entre cette marchandise et telle autre marchandise qu'on prend pour terme de comparaison. Telle quantité d'une marchandise vaut telle quantité d'une autre, parce que, communément, ces deux quantités respectives s'échangent l'une contre l'autre; ou, ce qui est la même chose, parce qu'elles représentent un équivalent de travail et de dépense.

Dans le commerce ordinaire, on exprime en argent le prix de toutes les marchandises; mais pour indiquer le prix de l'argent lui-même, et juger des variations qu'il a pu subir, il faut nécessairement comparer l'argent avec quelque autre marchandise. Celle qu'il est plus convenable de choisir pour terme de comparaison, est celle qui, à peu près dans tous les temps, a coûté la même quantité de travail et de dépense, celle dont la

demande à presque toujours eu un cours uniforme, et dont la consommation suit presque invariablement la marche de la population. Tel est le blé, matière nécessaire à la subsistance générale, chez la plupart des nations civilisées.

D'après les monumens que l'histoire nous a conservés, et en consultant de préférence ceux qui offrent le moins d'incertitude, on voit que si l'on remonte aux temps les plus anciens, en descendant ensuite jusqu'à celui qui a immédiatement précédé la découverte de l'Amérique, le rapport de valeur entre le blé et l'argent a été à peu près constamment le même, sauf les crises momentanées, qui, par l'effet de la rareté du blé, ont de temps à autre causé dans ce rapport des perturbations accidentelles.

Dans tous les temps antérieurs à celui où l'Europe a reçu le produit des mines de l'Amérique, le rapport de valeur de l'argent au blé est comme six mille à un, c'est-à-dire, qu'un poids donné d'argent, achète six mille fois le même poids de blé. Vingt grammes d'argent (4 francs environ de notre monnaie actuelle) sont le prix moyen de six mille fois vingt grammes, ou cent vingt kilogrammes de blé, même poids à peu près que le setier de Paris, poids moyen de deux cent quarante livres, poids de marc. Il fallait six mille fois plus de travail et de dépense pour faire venir au marché une livre pesant d'argent, que pour produire et y amener une livre pesant de blé.

Plutarque dit que du temps de Solon, le médimne de froment valait couramment une drachme; la drachme contenait en argent fin quatre de nos grammes; et ajoutant la façon du monnoyage, elle devait avoir à Athènes le même cours qu'environ 1 francs 5 centimes de notre monnaie. Le médimne contenait trois et demi de nos boisseaux de Paris, ce qui répond à soixante-dix livres, poids de marc. Ainsi, le setier de deux cent quarante de ces livres se serait vendu à peu près 3 francs 60 centimes de notre monnaie. Démosthènes, dans les Philippiques, donne le

montant de la paie du soldat athénien, et la quantité de blé que celui-ci devait acheter avec cette paie; on trouve ce même rapport de valeur entre le blé et l'argent.

Nous voyons dans les plaidoyers de Cicéron contre Verrès, que vers cette époque de la république romaine, le modius de blé se vendait communément 3 à 4 sesterces. Tacite dit qu'après l'incendie de Rome, Néron fixa à 3 sesterces le prix de cette même mesure. Or, le modius pesait vingt-quatre livres romaines, ou quinze et demie de nos livres, ce qui porte encore le prix du setier de Paris à un peu moins de 4 francs.

Sous Valentinien III, en l'an 446 de notre ère, le sou d'or, du poids de quatre-vingt-quatre grains, valant 14 francs de la monnaie actuelle, était le prix de quarante modius de blé froment, ou d'environ trois setiers de Paris (1). Au concile de Francfort, en 794, Charlemagne régla le prix du muid de froment à 4 deniers, et le pain du poids de vingt-quatre livres à 1 denier. Or, le denier de Charlemagne pesait vingt-huit grains quatre cinquièmes, et était au titre de 11 deniers et demi de fin (0,958), il répondait à environ 36 de nos centimes. Ainsi le setier de Paris, qui équivaut à trois de ces muids, se serait vendu, à cette époque, 12 deniers, ou 1 sou carlovingien, c'est-à-dire, pour une somme d'argent égale à ce que contiennent aujourd'hui 4 francs 20 centimes.

Les tables du prix des grains, qui ont été formées d'après des monumens authentiques, tant en France qu'en Angleterre, constatent que pendant un cours de soixante-seize années consécutives (de 1444 à 1520), le prix moyen du setier a été de 4 francs 25 centimes, c'est-à-dire qu'il a été à peu près le même que dans les temps de Charlemagne, de Valentinien III, de Néron, de Cicéron, de Démosthènes et de Solon.

(1) A cette époque, la valeur de l'or, relativement à l'argent, était moins élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui, et 14 francs en or ne valaient guère, en argent, que 11 francs.

Mais après cette année 1520, on voit ce même prix s'élever avec une grande rapidité, parce que, dès lors, les trésors de l'Amérique commençaient à se verser en Europe, et y rabaissaient très-sensiblement la valeur de l'argent. Au bout d'une période de quinze à vingt ans, le prix du blé monte à une valeur en argent, cinq et six fois plus élevée que celle que lui donnent constamment tous les témoignages historiques antérieurs à cette époque.

Depuis ce moment, le rapport de valeur entre l'argent et le blé n'a plus été que comme mille à un, et celui d'entre l'or et le blé, comme seize mille à un, c'est-à-dire qu'une quantité d'argent qui achetait auparavant six mille fois son poids en blé, n'a plus acheté que mille fois ce poids, et que l'or qui, avant cette époque, achetait en blé soixante mille fois son poids, n'a plus acheté que quinze mille fois ce poids. Le prix de l'argent, relativement au blé et à toute autre marchandise, a baissé de cinq sixièmes; celui de l'or a baissé de trois quarts.

Tout ce qu'on vient de dire sur l'or et l'argent, considérés comme marchandise, s'applique également à ces métaux, considérés comme monnaie.

La monnaie est une sorte de marchandise intermédiaire destinée à faciliter, et par conséquent à multiplier les échanges. Pour remplir sa destination, il faut que cette marchandise soit de nature à pouvoir être divisée en très-petites parties, et ensuite, si on le juge à propos, recomposée en masse, sans éprouver de détérioration, afin de la proportionner aux plus petits échanges, sans rien perdre de son utilité comme marchandise, et sans être moins propre à servir pour tout autre usage que celui de monnaie. Il faut aussi qu'elle puisse se garder avec le moins d'embarras et de risques possibles pour celui qui la possède; il faut enfin que l'acheteur l'offre avec la certitude qu'elle ne sera point refusée, et que le vendeur l'accepte avec la confiance de pouvoir, à sa commodité, la changer contre toute autre chose consommable qu'il jugerait à propos de se procurer.

L'or et l'argent étant éminemment par leur nature propres à ce service, ont été adoptés pour monnaie, par tous les peuples qui ont pu se les procurer en quantité suffisante pour cette destination. Si on les voit dans tous les temps et dans tous les pays généralement employés dans les monnaies, c'est uniquement par cette raison, et non pas, comme quelques écrivains l'ont dit, par suite d'une convention universelle.

Le monnayage ajoute quelque valeur à la matière, non-seulement comme façon, mais encore comme garantie du poids et du titre de la pièce.

De la définition même de la monnaie, il suit que sa valeur marchande détermine nécessairement la valeur qu'elle peut avoir comme monnaie, et que les gouvernemens ne peuvent rien ajouter à cette valeur, au delà des frais du monnayage, puisque les valeurs des choses sont le résultat des rapports physiques, indépendans de la volonté des hommes. Ainsi, toute altération de la monnaie ou tout surhaussement arbitraire, ne peut être considéré que comme une violation de la foi publique, un attentat à la propriété et aux conventions passées entre les particuliers; mais les effets d'un tel acte sont nécessairement momentanés, et les valeurs reprennent aussitôt après le véritable rapport que la nature des choses établit entre elles.

Le service d'une monnaie étant borné au territoire dans lequel elle a cours, il s'ensuit que, hors de ce territoire, le surcroît de valeur résultant de la façon, disparaît entièrement, et qu'il ne reste plus que la seule valeur marchande; à moins que celui qui l'apporte n'ait le projet de la réimporter dans le pays d'où elle sort, il ne la recevra que pour le prix de la matière seulement.

C'est pourquoi le change entre différentes nations ne s'établit que sur la quantité d'or ou d'argent pur qui se trouve contenu dans leurs monnaies respectives, abstraction faite de la façon et de l'alliage.

TABLE DE CH. HAROS,

POUR CONVERTIR L'ANCIEN TITRE DE L'OR ET DE L'ARGENT EN MILLIÈMES.

OR.

KARATS ET 32es RÉDUITS EN 1000es.

1 karat vaut	41,7	5/32mes	6,5
2	83,3	6	7,8
3	125,0	7	9,1
4	166,7	8	10,4
5	208.3	9	11,7
6	250,0	10	13,0
7	291,7	11	14,3
8	333,3	12	15,6
9	375,0	13	16,9
10	416,7	14	18,2
11	458,3	15	19,5
12	500,0	16	20,8
13	541,7	17	22,1
14	583,3	18	23,4
15	625,0	19	24,7
16	666,7	20	26,0
17	708,3	21	27,3
18	750,0	22	28,6
19	791,7	23	29,9
20	833,3	24	31,2
21	875,0	25	32,5
22	916,7	26	33,9
23	958,3	27	35,2
24	1000,0	28	36,5
1/32me	1,3	29	37,8
2	2,6	30	39,1
3	3,9	31	40,4
4	5,2	32 ou 1 karat	41,7

ARGENT.

DENIERS ET 24es RÉDUITS EN 1000es.

1 den. vaut	83,3	7/24mes	24,3
2	166,7	8	27,8
3	250,0	9	31,2
4	333,3	10	34,7
5	416,7	11	38,2
6	500,0	12	41,7
7	583,3	13	45,1
8	666,7	14	48,6
9	750,0	15	52,1
10	833,3	16	55,6
11	916,7	17	59,0
12	1000,0	18	62,5
1/24me	3,5	19	66,0
2	6,9	20	69,4
3	10,4	21	72,9
4	13,9	22	76,4
5	17,4	23	79,9
6	20,8	24	83,3

MONNAIES D'EUROPE

DONT LE TITRE EST LE PLUS ÉLEVÉ (1).

Ruspo de Toscane	0,999
Ducat de Venise et sequin de Rome	0,996
Zecchino de Gênes	0,995
Ducat de François II	0,986
Ducat de Hollande	0,979
Ducat de Berne	0,978
Ducat de Suède	0,977
Impériale de Russie	0,969
Guinée de George et Crusado de Portugal	0,917
Double souverain d'Autriche.	0,915
Doppie du Pape	0,909
Ducat de Parme	0,906
Frédéric de Prusse	0,901

Monnaies de France en or de 0,916 à 0,900.

(1) D'après M. Bonneville.

La pistole et l'escudillos d'Espagne, le ducato de Naples, le carolino de Sardaigne, l'auguste de Saxe, l'onzia de Sicile, toutes monnaies d'or, sont au-dessous du titre de 0,900.

Le carolin de Bavière, le florin d'Hanovre, etc., sont au-dessous du titre de 0,800.

La bijouterie et l'orfévrerie d'or de fabrique française portant contrôle, est au titre de 0,833(1). Ainsi elle joint l'avantage d'un titre élevé à la perfection et à l'élégance des formes, qui font admirer les ouvrages exécutés dans les ateliers de Paris, et surtout dans ceux de MM. Odiot, Biennais, Cahier, orfévres, et dans ceux de la plupart des bijoutiers de la capitale.

(1) Le titre légal de l'argent de France est de neuf cent cinquante millièmes; celui de l'or employé en vaisselle est de vingt-deux karats, ou neuf cent seize millièmes; celui des bijoux commandés, de huit cent trente-trois millièmes; et enfin celui de la bijouterie ordinaire, de sept cent cinquante millièmes. Ces trois différens titres sont les seuls garantis par les poinçons de la monnaie.

IX. MINERAIS DE PLATINE.

L'on ne connaît encore qu'une seule espèce de minerai dont on retire ce métal : c'est le *platine natif;* encore est-il très-rare, et ses caractères sont, à peu de choses près, les mêmes que ceux du métal fondu.

Le platine natif se trouve sous la forme de grains plus ou moins fins disséminés dans des sables dont les élémens sont aussi variés que remarquables par leur nature.

Les grains du platine natif varient depuis la grosseur de la poudre de chasse jusqu'à celle de la graine de chanvre; quand ils dépassent ce volume, ce qui est assez rare, ils prennent le nom de *pépites*, comme nous l'avons déjà vu en parlant de l'or.

La couleur du platine natif et du platine fondu est le gris d'acier, ou, plus exactement, le passage du blanc d'argent au gris d'acier.

Il est infusible au feu de forge, et la lumière solaire, réfléchie ou rassemblée par les miroirs concaves ou les verres lenticulaires, ne fait qu'agglutiner ses grains sans les fondre complétement; aussi est-il le moins dilatable de tous les métaux, car la dilatabilité est le premier pas vers la fusion. Ce métal est très-compressible, puisqu'à l'état natif il ne pèse guère plus de dix-neuf fois autant que l'eau, et qu'après qu'il a été fondu et laminé,

il pèse jusqu'à seize cent dix liv. le pied cube, ou vingt-trois fois autant que l'eau.

Le platine est très-dur, mais cependant il se laisse limer et couper par les taillans aciérés et trempés; ses grains naturels s'aplatissent sur l'enclume, et l'on peut le forger à froid jusqu'à un certain point.

Son degré de malléabilité et de ténacité lui permet de se laisser laminer et tirer à la filière; mais on remarque cependant qu'il résiste beaucoup mieux au banc du tireur qu'à la pression du laminoir. Un fil de deux millimètres de diamètre supporte, sans se rompre, un poids de deux cent cinquante liv.

Le platine reçoit un beau poli, et comme il est inaltérable à l'air et qu'il résiste à la plupart des agens qui ternissent ou oxident les autres métaux, il conserve son brillant éclat pendant très-long-temps : l'or et l'argent sont moins élastiques que lui, mais il le cède, sous ce rapport, au cuivre, au fer, et surtout à l'acier.

Les métaux s'allient presque tous avec le platine, mais aucun de ses alliages n'est employé dans les arts. Nous verrons seulement que l'arsenic est utile dans l'art de le purifier et de le travailler; son alliage avec l'or, qui n'altère point sa belle teinte jaune quand il n'excède pas un quarante-huitième, le rend très-dangereux, et a déjà été fatal à un malheureux qui avait

émis de faux louis où le platine était employé dans une certaine proportion.

Le platine enfin n'est dissoluble, comme l'or, que dans l'acide nitro-muriatique, et dans l'acide muriatique oxigéné; la potasse l'attaque aussi à la longue, et le mercure s'amalgame avec lui à chaud; on le précipite à l'état d'oxide jaune ou verdâtre de ses dissolutions acides, et, à cet état, il est propre à divers usages, ainsi qu'on le verra plus bas.

Le platine natif fut découvert en 1735 par don Antonio de Ulloa, géomètre espagnol, qui accompagna les astronomes français au Pérou, et qui publia la relation de son voyage en 1748, où l'on trouve la première indication des minerais de platine; depuis lors, il nous est parvenu des détails beaucoup plus circonstanciés sur son gissement et ses localités : l'on sait aujourd'hui que c'est dans une profonde et vaste plaine du Choco, qui fait partie de la Nouvelle-Grenade, à quelques degrés au nord de l'équateur, et dans la chaîne des Andes, que se trouve ce minerai. Il se rencontre disséminé dans un terrain d'alluvion aurifère, qui occupe une surface de six cents lieues carrées; et c'est particulièrement les lavages de Condoto, de Viroviro, de Santa-Lucia, etc, qui le produisent avec le plus d'abondance. Celui du village de Loro est remarquable par les troncs de bois pétrifiés que l'on a trouvés à dix-huit pieds de pro-

fondeur au milieu du sable aurifère et platinifère. Pendant bien long-temps le platine a été rejeté sous le nom d'*or blanc*, et il ne paraît avoir reçu le nom de *platine*, diminutif de *plata*, argent, qu'à l'époque où les Espagnols commencèrent à en fabriquer quelques objets de curiosité. Il est probable que les gardes d'épées, les tabatières; etc., qu'ils portaient par simple curiosité, n'étaient point de platine pur, mais d'un de ses alliages, car on n'avait point encore surmonté, à cette époque, la difficulté qu'on éprouve à le travailler.

On sépare les grains de platine des sables qui les contiennent, par des lavages soignés; mais, comme sa pesanteur est à peu près semblable, en cet état, à celle de l'or, il en résulte que ces deux minerais restent mélangés après le lavage, de manière qu'on est obligé de les faire passer à l'amalgamation du mercure, qui attaque l'or, et qui laisse le platine isolé; en sorte que le platine qui nous arrive en Europe a déjà été au moins lavé, criblé et quelquefois purgé d'or par l'amalgamation. Ce minerai, quand il est en grains fins, se vend 4 à 5 francs l'once, et davantage si les grains sont un peu gros. Tout le platine que l'on emploie dans les arts provient de cette partie de l'Amérique septentrionale; mais il s'en trouve aussi dans le lavage de Matto-Grasso, au Brésil; celui-ci est en grains plus gros et moins compacte que le platine du Choco. Quant à celui de Saint-

Domingue, qui n'est connu que depuis 1809, époque à laquelle M. Dubizi, chirurgien-major de l'armée française aux colonies, le rapporta; il se trouve dans le sable du lit de la rivière de Jaky, qui coule au pied du mont Sibao, à environ quarante lieues de Santo-Domingo. Ce minerai est parfaitement semblable à celui du Choco. Enfin M. Vauquelin a reconnu la présence de ce métal, jusqu'à la proportion de dix pour cent, dans le cuivre argentifère de Guadalcanal, en Espagne. Les pépites les plus volumineuses sont : celle du Musée royal de Madrid, découverte en 1814, près de la mine d'or de Condotto; elle est ovale, convexe, a deux pouces et demi de diamètre dans un sens, et deux dans l'autre; sa hauteur est de quatre pouces quatre lignes, et son poids d'une liv. neuf onc. Après cette pépite, vient celle que M. Humboldt a rapportée, et qu'il a déposée dans le Cabinet royal de Berlin ; elle pèse deux onces et un demi-gros. Le cabinet particulier du Roi de France renferme aussi une jolie pépite de platine; mais M. de Bournon pense que ce morceau est un produit de l'art. Enfin M. Gillet-Laumond, inspecteur général des mines, possède aussi l'un des plus gros grains de platine connus.

J'ai dit que les sables qui recèlent le platine étaient remarquables par le nombre et l'importance de leurs principes constitutifs ; en effet,

l'on y trouve du platine, de l'or, de l'argent, du mercure coulant, du fer, du cuivre, du chrôme, du titane, de l'iridium, de l'osmium, du rhodium, du palladium. Ces douze substances métalliques existent souvent dans le platine lavé qui est envoyé en Europe ; mais plusieurs sont à l'état de combinaison, et les autres simplement mélangés. Il faut encore y ajouter de petits cristaux de zircons, hyacinthes, suivant Fourcroy ; un cristal de cobalt gris et du cuivre pyriteux, suivant M. Léman : enfin des spinelles, selon Jameson. C'est particulièrement dans le platine à grain fin, qui semble n'avoir été que tamisé, que l'on trouve toutes ces substances étrangères ; et c'est à juste titre qu'il est moins estimé que celui dont les grains sont plus volumineux. La grande difficulté qu'on éprouve à fondre le platine, jointe à la complication extrême de son minerai entraveront encore long-temps l'art de le purifier : cependant on y parvient aujourd'hui en France et en Angleterre, et les artistes commencent à se familiariser avec lui.

Le docteur Wollaston a, dit-on, un procédé particulier pour l'affiner et pour en retirer une partie des nouveaux métaux que l'on a découverts dans le minerai brut.

En France, M. Vauquelin fut un des premiers à s'occuper des moyens de le traiter ; et c'est en grande partie d'après les travaux de ce savant

chimiste, que MM. Jeannety de Paris sont parvenus à manipuler ce métal en grand. Ce procédé, qui n'est point sans danger, est fondé sur ce que le platine se fond assez facilement quand on l'allie avec une certaine dose d'oxide blanc d'arsenic, et qu'étant coulé en lingots peu épais, l'on peut ensuite le purifier par une longue torréfaction qui fait volatiliser l'arsenic, tandis que le platine reste en état d'être forgé et travaillé de diverses manières. Ce mode de traitement a sans doute été modifié et perfectionné par les fondeurs qui se sont occupés de ce travail, puisque M. Bréant, vérificateur des essais à la Monnaie de Paris, a obtenu une médaille d'encouragement, pour avoir purifié en grand le platine et l'avoir rendu complétement malléable (1).

Avant la découverte du platine, il restait pour ainsi dire une place vacante dans la série des métaux; on pouvait souhaiter un métal inaltérable et dur à la fois, un métal qui pût braver l'action du plus violent incendie, un métal qu'un long séjour en terre ne pût corroder; les sciences réclamaient des miroirs dont le brillant poli ne pût jamais s'altérer; et un métal enfin qui fût peu sensible à l'action de la simple température atmosphérique. Réunissant tous ces avantages, le

(1) Rapport fait au juri central de l'exposition de l'industrie française, de l'année 1819.

platine ne pouvait manquer de devenir le métal favori des sciences; aussi se trouve-t-il aujourd'hui dans tous les laboratoires de chimie, dans tous les cabinets de physique et dans l'atelier d'un grand nombre d'artistes.

Les creusets, les capsules, la cuiller et la pince d'essai à l'usage des chimistes et des minéralogistes, les miroirs des télescopes et les règles des astronomes sont en platine.

La pointe des paratonnerres destinée à soutirer la foudre du ciel, et à en braver les terribles effets; le bassinet et la lumière des armes soignées ne s'exécutent plus qu'avec ce métal réfractaire et inaltérable. Enfin, les braves que le sort de la guerre a défigurés, trouvent dans le platine le moyen de dissimuler leurs infirmités; ce que l'argent ne fait qu'imparfaitement, puisqu'il s'oxide, et contracte à la longue une odeur infecte, tandis que les lèvres et les nez de platine n'ont point cet inconvénient. Une foule d'instrumens et d'ustensiles ne s'admettent plus aujourd'hui, s'ils ne sont fabriqués en platine; et si jamais on parvenait à s'en procurer avec plus d'abondance, que les moyens de le traiter fussent plus aisés, la consommation en deviendrait énorme; l'économie domestique l'admettrait sous mille formes; l'histoire lui confierait ses annales, et l'image des grands hommes serait à jamais empreinte et gravée sur lui.

Le 1er mars 1799, Duvivier, graveur des monnaies de la république, présenta à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut de France, une médaille de platine à l'effigie du premier consul, frappée par deux mille coups de balancier. Elle fut exposée ensuite à la bibliothéque royale.

Le 7 mars 1800, l'on mit sous les yeux de la même société savante, l'étalon du mètre et du kilogramme, exécutés en platine.

MM. Mechain et Delambre se servirent de règles de platine, lorsqu'ils exécutèrent, avec une précision jusqu'alors inconnue, la mesure de l'arc du méridien qui traverse la France, en partant de Dunkerque, et marchant sur Barcelone; opération qui a été continuée depuis par MM. Biot et Arago, dans l'île Majorque, à l'orient de l'Espagne.

MM. Rochon et Carrochez ont exécuté les premiers miroirs de télescopes en platine. C'est ainsi que l'art de travailler ce métal s'est de plus en plus perfectionné depuis la découverte de Ulloa, et les premiers travaux de Wood, essayeur à la Jamaïque, en 1741; car aujourd'hui même on nous fait espérer de substituer le platine à l'étain dans l'opération journalière de l'étamage du cuivre. Différens essais du plaqué de platine ont réussi en grand dans les ateliers de M. Michaud-Labonté, de Paris. MM. Cuoq et Coutu-

rier ont présenté à l'exposition de 1819, d'une part, un vase de platine fabriqué d'une seule pièce, et qui peut contenir deux cents litres de liquide, plusieurs ustensiles de ménage exécutés avec ce métal, et enfin, des feuilles de platine, aussi ténues que les feuilles d'or. MM. Jeannety fils et Chatenay ont également présenté à la même exposition, de la vaisselle et des bijoux en platine ; et l'on a remarqué les grandes règles de ce métal destinées à transmettre à la Société royale de Londres, et à l'Académie des Sciences de Pétersbourg, les étalons des mesures françaises qui sont, comme on le sait, prises dans la nature elle-même.

MM. Cuoq, Couturier, Jeannety, Chatenay, Michaud et Breaut, tous artistes français, ont obtenu de justes encouragemens au concours mémorable de 1819.

Une petite découverte que l'on ne doit point omettre ici, puisqu'elle se rattache à l'histoire du platine, a donné naissance à une nouvelle manière de conserver du feu à peu de frais. Voici en quoi consiste cette espèce de veilleuse, que M. Lerebours de Paris a exécutée l'un des premiers. Si l'on prend un flacon d'alcohol, que l'on y place une mèche de coton comme dans une lampe ordinaire, et que l'on entoure cette mèche d'un fil de platine en spirale, de manière à ce qu'il déborde en dehors, ce fil rougira aussitôt

qu'on allumera la mèche; et quand on l'étouffera avec un éteignoir, le platine conservera son incandescence et sa chaleur, tant qu'il y aura de l'alcohol dans le flacon, de manière à ce que l'on puisse y allumer une mèche phosphorique par le simple contact; quand on voudra éteindre cette singulière mèche métallique, il suffira de souffler dessus avec force.

Le platine enfin, à l'état d'oxide, s'applique sur la porcelaine, et lui communique une couverte brillante comme l'acier, qui est inaltérable, et qui lui donne l'apparence parfaitement métallique. Ce procédé, que l'on doit à M. Proust, a été très-employé en Angleterre, non-seulement sur la porcelaine, mais aussi sur la poterie rouge.

Je n'ai point mis le platine au nombre des métaux usuels, à cause de sa rareté seulement; il mériterait cette place à tout autre égard.

X. MINERAIS D'ANTIMOINE.

L'antimoine sulfuré est le seul minerai que l'on exploite pour en extraire ce métal, parce que c'est la seule espèce du genre qui se trouve en assez grande abondance pour devenir le but d'une exploitation suivie. L'antimoine natif et l'antimoine oxidé ne se sont encore trouvés qu'en très-petites masses, et n'ont jamais été exploités que pour fournir des échantillons aux collections de minéralogie.

L'antimoine sulfuré se fait remarquer par sa texture fibreuse, par sa couleur d'un blanc bleuâtre, par le brillant éclat de sa cassure, qui présente ordinairement l'assemblage d'un grand nombre d'aiguilles soudées les unes à côté des autres, souvent divergentes, plates, et libres à leur extrémité. Chacune de ces aiguilles a la forme d'un prisme carré, terminé par des pyramides à quatre faces; et si les stries longitudinales, et les cannelures qui les défigurent souvent, ne permettent plus d'en distinguer les faces, il n'est pas moins évident qu'elles dérivent de cette forme, qui a pour noyau un octaèdre à faces scalènes. Ce minerai est très-fragile, sa poussière est d'un noir bleuâtre, et tache fortement; une de ces aiguilles déliées, exposée à la flamme d'une bougie, s'y fond avec facilité; à plus forte raison quand on la soumet à l'épreuve du chalumeau.

L'antimoine sulfuré pèse environ trois cents livres le pied cube; il est ordinairement composé de 74 d'antimoine et de 26 de soufre.

Les principales variétés de ce minerai sont :

1° L'*antimoine sulfuré pur*, qui est tantôt lamelleux, rayonné, et quelquefois grenu et compacte; il se présente en gros cylindres cannelés, qui offrent souvent encore la trace des quatre pans du prisme dont ils dérivent, et plus rarement celle de sa pyramide.

2° L'*antimoine sulfuré capillaire* est disposé en aiguilles divergentes, mêlées, et aussi fines que des cheveux; leur couleur est le gris sombre de l'acier, joint quelquefois aux nuances changeantes de gorge-de-pigeon. Cette variété, qui est tout simplement posée à la surface de sa gangue quarzeuse, est souvent alliée accidentellement à l'arsenic, au fer, à l'argent, et même à l'or.

L'antimoine sulfuré se trouve en filons assez puissans, soit dans les terrains primitifs, soit dans les terrains secondaires. Ses gangues sont le quarz ou la baryte; mais il accompagne une foule d'autres minerais, dont le plus remarquable est l'or natif. L'antimoine sulfuré préparé s'emploie particulièrement dans l'art vétérinaire sous le nom de *crocus metallorum*, *merde-du-diable*, etc.; mais son principal usage est de fournir tout l'antimoine métallique qui est réclamé par la typographie.

Ce minerai est très-commun dans la nature; et si ses usages étaient plus variés qu'ils ne le sont, on en découvrirait encore de nouveaux gîtes. Les principales mines d'antimoine sont celles de France et de Hongrie.

La France, dit M. de Bonnard, secrétaire du conseil général des mines, livre annuellement au commerce près de deux mille quintaux métriques

d'antimoine (1) qui proviennent des mines de Malbose (Ardèche), de Dèze (Lozère), d'Ally et Mercœur (Haute-Loire), d'Auzat (Puy-de-Dôme), de Portès, Saint-Florent et Anjac (Gard). Plusieurs autres mines ont été ouvertes et abandonnées soit dans la Vendée, le Limousin, le Vivarais ou l'Auvergne.

La Hongrie renferme des exploitations d'antimoine, à Schemnitz et Cremnitz; il en existe en Transylvanie et en Carinthie, qui sont également en activité. Enfin, l'Angleterre, l'Écosse, l'Espagne, et toutes les parties de l'Europe, sont plus ou moins riches en filons de ce minerai, dont l'abondance n'est point jusqu'à présent en équilibre avec l'emploi qui s'en fait annuellement.

L'*antimoine oxidé*, qui est assez rare dans la nature, accompagne ordinairement l'antimoine sulfuré; il semble même quelquefois l'avoir remplacé, car il conserve, sous son aspect terne et sa couleur blanchâtre ou jaunâtre, la forme cylindroïde du sulfure, et quelquefois même l'intérieur présente encore son brillant métallique, en sorte qu'il n'est pas permis de douter que l'antimoine sulfuré ne passe à l'état d'oxide par l'effet d'une sorte d'altération ou d'épigénie. L'oxide d'antimoine se rencontre aussi sous la

(1) En 1817, ce produit ne s'est élevé qu'à 119,500 kilog. *Ann. des mines*, t. III, p. 592.

forme de petites lames blanches et nacrées, fort tendres et fusibles à la flamme d'une bougie.

Quant à l'*antimoine oxidé sulfure*, connu vulgairement sous le nom de kermès minéral natif, il est d'un rouge mordoré sombre qui le fait facilement reconnaître. Il paraît très-probable, ainsi que le pensait de Born, que ce minéral est encore le produit de l'altération spontanée du sulfure, qu'il accompagne toujours, et dont il couvre souvent la surface. Ainsi la description de ces deux oxides n'est pour ainsi dire que le complément de l'histoire de l'antimoine sulfuré. Ils se trouvent en si petites quantités dans la nature, qu'ils ne sont d'aucune importance pour les arts; non plus que l'antimoine natif, qui présente les mêmes caractères que le régule, et qui est fort rare.

L'antimoine métallique, qui provient en entier de l'antimoine sulfuré, est un métal blanc, très-brillant, fragile, dont le tissu est très-lamelleux, et dont les faces sont d'autant plus larges et plus miroitantes qu'il jouit d'un plus grand degré de pureté; sa faible pesanteur atteint à peine à quatre cent soixante-dix livres le pied cube. Il est assez dur pour rayer l'argent, l'étain, le plomb; il communique aux doigts par le frottement une odeur et une saveur métalliques.

Il rougit avant de se fondre; il se volatilise et s'enflamme même au-contact de l'air en répan-

dant des vapeurs blanches qui se condensent par le refroidissement, et qui portent le nom de *fleurs argentines d'antimoine*.

On trouve l'antimoine dans le commerce, sous la forme de pains arrondis, dont la surface est ordinairement couverte d'une étoile branchue, et dont chaque rayon représente assez bien une feuille de fougère. Ce phénomène est dû à un jeu de la cristallisation dont on trouve des traces dans plusieurs autres métaux; mais qui n'est jamais aussi apparent que dans celui-ci.

L'antimoine a la propriété de durcir les métaux mous avec lesquels on l'allie, aussi son principal emploi est-il d'entrer dans la composition des caractères d'imprimerie en des proportions qui varient avec la grosseur ou la finesse de ces caractères. Ainsi, suivant M. Sage, on emploie quatre-vingts parties de plomb et vingt d'antimoine pour les caractères ordinaires; soixante-quinze parties de plomb et vingt-cinq d'antimoine pour les petits caractères, qui doivent nécessairement être plus fermes; et quatre-vingt-cinq parties de plomb sur quinze d'antimoine pour les grosses lettres, les espaces, les quadrats, etc.

C'est bien certainement en France que l'art typographique a été porté au plus grand point de perfection que l'on ait encore atteint. L'habileté des graveurs qui exécutent les matrices d'acier, la perfection des procédés introduits dans les fon-

deries de Paris, et particulièrement dans celles de MM. Pierre, Firmin et Henri Didot; l'art récent encore de stéréotyper, et les nombreux et élégans clichés qui ornent les magnifiques éditions sorties des presses françaises, sont autant d'obligations contractées par le plus utile des arts envers la science qui apprend à connaître les corps que recèle la mince écorce de la terre qu'il nous est permis d'explorer.

L'antimoine, par suite de sa propriété de durcir le plomb et l'étain, entre dans la composition de plusieurs alliages employés à la fabrication des cuillers et des fourchettes de ménage, à la confection des grenouilles de certaines machines, etc. Quelques fondeurs en ajoutent aussi au métal des cloches. Il entre avec le zinc dans la composition des feux de Bengal dont la lumière blanche est si remarquable, dans celle des pots à feu de rempart, etc. (1). Son oxide jaune sert dans la peinture sur émail, sur porcelaine et sur faïence.

L'émétique, le kermès minéral, et plusieurs autres préparations pharmaceutiques sont des produits de l'antimoine (2). On connaît leurs effets salutaires quand ils sont donnés par une main sage et savante; mais il est probable que

(1) Rugieri, *Pyrothechnie militaire.*

(2) *L'émétique* ou *tartre stibié* est un sel triple, composé d'acide tartarique, de potasse et d'oxide d'antimoine: *le kermès minéral* est de l'oxide d'antimoine hydro-sulfuré. Klaproth.

l'on en abusa dans les premiers temps, puisqu'à l'époque où le parlement de Paris s'occupait de médecine et de pharmacie, l'usage de l'antimoine fut interdit par un arrêt, en date de 1566. Plusieurs médecins du temps furent dégradés pour s'en être servis, et ce ne fut qu'en 1650 que la faculté parvint à le faire admettre au nombre des remèdes purgatifs, et qu'il fut permis au public d'en faire usage.

Aucun métal n'a autant occupé les chimistes et surtout les alchimistes des XVI^e^ et XVII^e^ siècles que l'antimoine : cette étoile, dont sa surface offrait constamment l'image, était pour ces derniers un si grand présage de succès qu'ils s'acharnèrent, pour ainsi dire, à le tourmenter par toute espèce de moyens, qu'ils prétendirent même en avoir obtenu le *prima materia* pour l'accomplissement du grand œuvre; et que les vrais *adeptes* l'ont unanimement pris pour base de leurs travaux philosophiques.

Quand on prend la peine de déchiffrer les hiéroglyphes et le langage énigmatique des disciples d'Hermès, et quand on compare leurs écrits, l'on voit, dit Patrin, que sous des noms et des emblèmes différens, ils ont tous exprimé les mêmes choses, les mêmes idées ; qu'ils ont suivi les mêmes procédés, et surtout employé les mêmes matériaux. La Table d'Émeraude est le titre de l'un de leurs principaux livres.

Le traitement métallurgique du sulfure d'antimoine se divise en deux ou trois opérations distinctes.

1° On le fond au sortir de la mine pour le dégager de sa gangue, soit dans des vases percés qui laissent échapper la substance métallique et qui retiennent les parties pierreuses, soit sur le sol incliné d'un four à réverbère qui remplit le même but d'une manière beaucoup plus économique et plus expéditive. Ce sulfure ainsi purifié est composé d'une multitude de petites aiguilles d'un gris sombre; il porte le nom d'*antimoine cru*.

2° On grille ce sulfure pour en chasser le soufre et pour le réduire à l'état d'oxide gris.

3° On mêle cet oxide avec moitié son poids de tartre, on le place dans des creusets que l'on expose à la chaleur d'un fourneau de fusion, et l'on trouve au fond des culots l'antimoine métallique qui porte le nom spécial de *régule*.

XI. MINERAIS DE BISMUTH.

Les minerais dont on extrait le bismuth sont très-rares dans la nature; la principale espèce du genre est le bismuth natif qui est peu répandu, mais qui est cependant plus commun que le bismuth sulfuré et le bismuth oxidé. Le *bismuth natif* jouit d'un éclat métallique assez vif. Sa couleur est le blanc jaunâtre souvent irisé; il fond à la flamme d'une bougie, se dissout dans l'acide nitrique

avec une vive effervescence, et pèse environ six cent trente livres le pied cube. On trouve ordinairement ce minerai en petites masses laminaires non cristallisées; mais on l'a quelquefois rencontré en cristaux cubiques, octaèdres, ainsi qu'en rhomboïdes aigus.

Une variété assez connue des amateurs de pierres polies est le bismuth natif, disséminé dans le jaspe brun, sous la forme de dendrites ramuleuses, d'un blanc argentin, qui font opposition avec la couleur sombre du jaspe qui les contient.

Le bismuth natif ne forme point de filons à lui seul; mais il accompagne ordinairement d'autres minerais, et en particulier ceux de cobalt, de nickel, d'arsenic, de plomb, etc., dont les gangues sont la chaux carbonatée, la baryte sulfatée, le quarz, etc., qui forment des filons dans les terrains schisteux micacés.

Quant au *bismuth oxidé* qui est d'un blanc légèrement verdâtre, il se trouve à la surface du bismuth natif, sous la forme d'un enduit farineux qui passe au jaune paille. Il se trouve aussi dans le voisinage de ce même minerai et se distingue des autres oxides métalliques par la propriété dont il jouit de se réduire facilement au chalumeau en un bouton de bismuth.

Le *bismuth sulfuré* enfin, qui est d'un gris de plomb joint à une nuance jaune assez sensible, a la texture feuilletée, éclatante, et se divise dans

le sens des faces d'un prisme quadrangulaire qui se sous-divise lui-même dans le sens d'une de ses diagonales. Le bismuth sulfuré se fond à la flamme d'une bougie; et quand on l'expose au feu du chalumeau dans le creux d'un charbon, il s'y convertit en oxide d'abord jaune et ensuite blanc.

Sage a reconnu par l'analyse que ce minerai est composé de soixante parties de bismuth et de quarante de soufre. Les minéralogistes connaissent aussi le bismuth sulfuré *cuprifère et plombo-cuprifère* (1); mais ces deux sous-espèces sont encore plus rares et moins importantes que le bismuth sulfuré ordinaire.

Ces différens minerais se trouvent avec le bismuth natif à Schneeberg et à Johann-Georgenstadt en Saxe, ainsi qu'à Joachimsthal en Bohème, dans les mines de Wittichen en Souabe, dans le pays d'Hanau; en Transylvanie, à Bastnaës en Suède, à Beresof en Sibérie, à Villarica au Brésil; toutes localités qui ont déjà été citées nombre de fois en traitant des autres minerais.

Le bismuth à l'état métallique que l'on extrait particulièrement des minerais de bismuth natif, par une espèce de liquation fondée sur l'extrême fusibilité de ce métal, est d'un gris jaunâtre qui passe au violet par une longue exposition à l'air. Sa cassure est lamelleuse, miroitante. Il se casse

(1) C'est *le nadelerz* de Werner, placé pendant quelque temps au nombre des minerais de chrôme.

facilement, mais reçoit cependant l'empreinte du marteau avant de se briser, ce qui marque un commencement de malléabilité.

Le bismuth s'amalgame parfaitement avec le mercure, et traverse avec lui la peau de chamois. Il pèse six cent quatre-vingt-sept livres le pied cube, ou près de dix fois autant que l'eau.

Aucun métal n'est plus fusible que le bismuth; aussi entre-t-il pour moitié dans l'alliage fusible de Darcet, qui est composé de huit parties de bismuth, cinq de plomb et trois d'étain, et qui a la propriété de fondre dans l'eau bouillante. Les anatomistes en ont fait usage pour injecter, et c'est de cet emploi que proviennent quelques arbres métalliques que l'on conserve dans les cabinets, qui se sont moulés dans les ramifications innombrables de la trachée artère dont on a détruit la substance animale par la macération. Cet alliage est employé dans l'art de stéréotyper.

Ce métal cristallise avec la plus grande facilité par le refroidissement, et produit des trémies carrées composées par des lignes de cubes qui se replient sur elles-mêmes à angle droit, et qui rappellent certains ornemens nommés *grecques*. Ces cristallisations s'obtiennent avec la plus grande facilité en faisant fondre le métal dans un creuset, le laissant refroidir jusqu'à ce que les bords soient figés, et décantant celui qui est encore

fluide ; tout l'intérieur se trouve tapissé de ces jolies trémies.

Le bismuth est employé par les potiers d'étain pour donner plus d'éclat et plus de fermeté dans leurs ouvrages. Il fait partie de l'étamage que l'on applique en Allemagne et à Sion en Valais, soit à l'intérieur des globes de verre, soit à la surface de certains miroirs convexes qui ont la propriété de défigurer les images. Je crois qu'il fait aussi partie d'une composition très-brillante dont on compose des espèces de miroirs à facettes, que l'on place derrière la lumière des lampes pour en augmenter l'effet. Cet alliage se moule sur du verre taillé à facettes.

L'acide nitrique dissout le bismuth, et l'eau pure le précipite de sa dissolution sous la forme d'un oxide blanc connu sous le nom de *blanc de fard* ou de *magistère de bismuth*. Les dames ont renoncé depuis long-temps à l'usage de ce blanc perfide qui altère la douceur de la peau, et qui prend une teinte livide et cadavéreuse par l'effet de la plus légère odeur hydrosulfureuse.

Cette propriété de noircir par la présence du gaz hydrosulfuré a fait employer la dissolution de l'oxide de bismuth comme encre sympathique, et les bateleurs se sont emparés de cette expérience pour en enrichir le répertoire de leurs sorcelleries. Qui n'a pas vu sur les places publiques ces physiciens en plein vent distribuer des pa-

piers blancs écrits d'avance, que l'on enferme dans un bocal bouché, et qui se chargent, à la grande surprise des dupes qui ont consulté le sorcier, d'une réponse banale assortie à l'âge et au sexe de ces bonnes gens?

Le bismuth a été proposé pour remplacer le plomb dans l'essai de l'argent à la coupelle. Son oxide colore le verre en jaune à peu près comme le plomb, et il est employé dans la proportion d'un quinzième pour la dorure sur porcelaine. L'on assure qu'il a été ordonné comme antispasmodique contre les crampes de l'estomac.

Les mines de Saxe versent annuellement quarante ou cinquante quintaux de ce métal qui suffisent aux besoins des arts.

XII. MINERAIS D'ARSENIC.

Outre les minerais d'arsenic proprement dits, c'est-à-dire, ceux qui ne contiennent que ce métal ou son oxide, il en est beaucoup d'autres qui le fournissent aussi en quantité notable. Il en est de l'oxide d'arsenic comme du soufre, non-seulement il se trouve isolé, mais il remplit aussi la fonction de minéralisateur à l'égard de plusieurs autres métaux.

L'arsenic se trouve donc sous quatre états différens dans la nature, savoir : natif ou métallique, oxidé, sulfuré, combiné avec d'autres métaux et remplissant alors un rôle absolument

analogue à celui du soufre. Tous les minerais qui le contiennent brûlent en répandant une odeur d'ail.

1. L'ARSENIC NATIF.

Ce minerai est noir, d'un éclat sombre, se ternit promptement à l'air ; ce que l'on attribue à un oxide noir particulier : il est fragile ; sa cassure est grenue ; sa texture est souvent feuilletée, mais assez compacte, et sa pesanteur égale quatre cents livres, le pied cube.

L'arsenic natif ne s'est point encore trouvé cristallisé ; il est rarement pur, et comme il se volatilise quand on le chauffe au chalumeau, les scories qui persistent sont dues le plus ordinairement au fer qu'il contient. L'or et l'argent lui sont aussi quelquefois associés.

Ce minerai n'est pas toujours facile à reconnaître à l'œil, mais si l'on vient à en jeter quelques fragmens sur des charbons ardens, il se manifeste aussitôt une fumée blanche, accompagnée d'une odeur d'ail très-pénétrante qui le décèle à l'instant.

Les principales variétés sont :

A. *Arsenic natif concrétionné* qui se présente en masses mamelonnées, tuberculeuses, composées de lames concaves qui s'emboîtent les unes dans les autres, comme des verres de montre ou

les tuniques d'un ognon. Le centre recèle quelquefois un noyau d'argent antimonié.

B. *Arsenic natif spéculaire*. Il existe à la surface de différentes pierres sous la forme d'un enduit brillant et métallique. M. Brongniart s'est assuré que les surfaces spéculaires qui se remarquent souvent sur l'une et l'autre paroi des filons métalliques sont dues à cette variété d'arsenic. On connaît aussi l'*arsenic natif bacillaire*, qui est composé par l'assemblage d'une infinité de petites baguettes accolées les unes aux autres dans leur sens longitudinal ; l'*arsenic écailleux* composé de petites écailles disposées en tous sens; l'*arsenic amorphe*, etc.

On trouve ce minerai plus souvent dans les terrains primitifs que dans les montagnes moins anciennes. Il y forme des filons menus, et le plus ordinairement il fait partie de ceux des autres minerais, tels qu'à Freyberg en Saxe, à Joachimsthal en Bohème, en Angleterre dans les mines d'étain, à Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges, dans la mine de Zmeof en Sibérie, etc.

J'ai vu, dit Patrin, des masses énormes d'arsenic testacé, dans le fond de la mine d'argent de Zmeof. Lorsqu'on fut parvenu à la profondeur de quatre-vingt-seize toises, on ne trouva plus autre chose que cette substance, et quoiqu'elle contînt un peu d'argent, on fut obligé de renoncer à son extraction, et même on se

hâta de la couvrir, à cause des émanations dangereuses qui s'en échappaient. Les filons d'argent de Sibérie, en général, se terminent dans la profondeur par des matières arsenicales. Fait géologique très-remarquable.

2. ARSENIC OXIDÉ.

Ce minéral est blanc et transparent comme du cristal, lorsqu'il vient d'être préparé ; mais celui du commerce perd sa limpidité et prend l'aspect d'un émail; lorsqu'il est pulvérisé, il a l'apparence d'une farine blanche.

Sa pesanteur spécifique est égale à quatre ou cinq fois celle de l'eau. Il cristallise en octaèdres et en prismes carrés.

L'oxide d'arsenic, connu généralement sous le nom d'*arsenic*, a une saveur acerbe et métallique; il est dissoluble à froid dans quatre-vingts fois son poids d'eau; et cette même quantité de liquide bouillant en dissout quinze livres. C'est à cette funeste propriété de se fondre dans l'eau, que l'on doit les événemens fréquens causés par cette matière, l'un des plus terribles poisons que l'on connaisse, et qui n'a que trop souvent secondé les projets criminels des scélérats, qui s'en sont toujours servis avec assurance pour arracher la vie de leurs victimes au milieu des souffrances et des douleurs les plus atroces.

L'arsenic oxidé est composé d'après Proust :

D'arsenic.	75,2
D'oxigène..	24,8
	100,0

Rien n'est aussi dangereux que l'usage où l'on est de mêler de l'arsenic oxidé avec de la farine, pour empoisonner les rats; cette substance, dont le nom seul inspire l'effroi, mélangée avec celle qui fait notre principale nourriture, a donné naissance à de si funestes méprises, que l'on devrait proposer une récompense à celui qui trouverait une substance autre que l'arsenic, qui fût propre à détruire ces animaux; car c'est précisément parce que sa couleur blanche ne diffère en rien de celle de la farine, que ce poison est si dangereux (1). Lorsqu'on a le plus léger soupçon sur une poudre blanche qui ressemble à de la farine, à du sucre râpé, à de la crème de tartre, etc., il suffit d'en jeter une pincée sur les charbons ardens pour lever le doute: car si cette substance est de l'arsenic, il se manifeste de suite une fumée blanche et une odeur d'ail excessivement âcre qui en dénote la présence.

C'est principalement à la campagne que l'on fait usage de l'arsenic pour détruire les rats, qui font, il est vrai, de grands ravages dans les grains;

(1) Le carbonate de baryte est employé en Angleterre pour détruire les rats.

et, comme tous les apothicaires en délivrent sur le simple bon d'un maire, et qu'au lieu d'en distribuer quelques grains, c'est par once qu'ils vendent cette substance, il en reste par conséquent dans chaque maison des paquets oubliés, qui se perdent ou s'égarent; l'on en achète de nouveau pour s'éviter la peine de chercher l'ancien; il en résulte que cette poudre infernale tombe à chaque instant dans des mains imprudentes ou criminelles, que la mesure de police est absolument illusoire, et que les accidens et les crimes se renouvellent tous les jours.

Je propose de supprimer l'oxide blanc d'arsenic de toutes les pharmacies, je voudrais qu'il n'en existât, en dépôt et pour le service des arts seulement, que dans quelques magasins de drogues bien connus, et de remplacer ce poison, pour la destruction des animaux nuisibles, par le sulfure d'arsenic rouge ou jaune, dont l'énergie est bien assez forte pour remplir le but que l'on se propose; qui ne peut se confondre avec aucune substance alimentaire, et qui colore les liquides dans lesquels on le dissout; si enfin l'on trouvait quelque inconvénient à cette substitution, ce que je ne crois pas, je voudrais au moins qu'il fût expressément défendu de vendre de l'arsenic blanc, et que l'on convînt de le colorer avec une substance quelconque, par exemple, avec un peu d'orpiment; cette précaution empêcherait qu'on

pût le confondre à l'avenir avec le sucre, la farine, etc. S'il est impossible de désarmer la main du crime, il faut au moins diminuer le nombre de ses armes.

Les principaux symptômes qui annoncent les effets de l'arsenic, sont un serrement de gosier très-considérable, un crachement involontaire, une soif inextinguible, le hoquet, des douleurs vives et déchirantes à l'estomac, des vomissemens, des sueurs froides et des convulsions qui vont toujours en croissant jusqu'à la mort.

On a employé comme contre-poison le lait, l'huile douce et différens mucilages. Navier a proposé le sulfure de potasse, délayé dans l'eau, pour neutraliser l'arsenic, par son union avec le soufre (1).

Le vinaigre, pris intérieurement, est l'antidote de l'arsenic; ce fait est confirmé par ce qui est arrivé à Metz le 12 juillet 1779 : la cuisinière d'un maître fondeur de cette ville ayant mis de l'arsenic dans un ragoût, au lieu de farine, cinq personnes furent empoisonnées. Les vomissemens, l'espèce d'étranglement produit par ce poison commençaient à se manifester, lorsque M. Sido, pharmacien, fit boire à ces malades de l'eau acidulée par le vinaigre, et prendre des lavemens également acidulés. Cette boisson procura un vomissement abondant, et, au bout de

(1) Navier, sur le *contre-poison*. Paris, 1777.

quelques jours, ces cinq personnes ne se ressentirent plus de cet accident (1).

L'oxide d'arsenic se combine avec le cuivre, et forme un alliage blanc et brillant, propre à la construction des miroirs de télescopes; il entre aussi dans la composition du métal des boutons blancs, etc. On a vu, en parlant du platine, qu'il est employé dans le traitement de ce métal réfractaire; il rend aussi le verre plus brillant, et sert dans quelques opérations de teinture. Le *vert de Scheele*, entre autres, qui est d'un si grand usage dans la fabrication des papiers peints, est une combinaison de cuivre et d'arsenic, par la voie humide.

L'arsenic, qui donne la mort avec tant de rapidité, a la propriété de préserver les matières animales de la putréfaction.

Patrin a proposé de faire macérer à chaud les bois qui servent à doubler les vaisseaux, dans une forte dissolution d'arsenic, afin d'en éloigner les vers tarets qui les perforent dans tous les sens, et finissent par affaiblir tellement la carcasse des navires, qu'ils se brisent par le plus léger choc. Je ferai remarquer que les bois sont ordinairement brûlés quand ils sont tout-à-fait hors de service, et que s'ils étaient pénétrés d'arsenic, leur emploi, comme combustible, deviendrait extrêmement dangereux dans les usages domestiques.

(1) Sage, *Moyen de remédier aux poisons.* Paris, 1811.

Un malheureux jardinier fut empoisonné avec toute sa famille, pour avoir cuit une fournée de pain dans un four qui avait été chauffé par de vieux treillages peints en vert. Les effets des bois arsenicaux seraient bien plus funestes encore.

L'oxide blanc d'arsenic se trouve tout formé dans la nature, soit en cristaux, en aiguilles, ou en efflorescences farineuses; il accompagne, dans les filons, l'arsenic natif, et se trouve aussi dans les terrains volcaniques, aux environs des lieux qui laissent échapper des vapeurs chaudes, telles que la soufrière de la Guadeloupe, et la solfatare de Pouzzole, etc. Cependant la plus grande partie de l'arsenic qui est versé dans le commerce est un produit de l'art, et provient particulièrement du grillage d'un minéral nommé *mispickel*, qui n'est qu'une combinaison de fer et d'arsenic, dont la couleur et le brillant sont analogues à celui de l'étain, et qui se fait reconnaître à l'odeur d'ail qu'il produit quand on le frappe avec le briquet ou le marteau, et quand on le projette sur les charbons ardens. Enfin, cet oxide du commerce se retire aussi de la sublimation de l'arsenic natif et du traitement des minerais de cobalt, ainsi qu'on le dira plus en détail en parlant des minerais de ce métal colorant.

3. ARSENIC SULFURÉ, ORPIMENT ET RÉALGAR.

L'arsenic sulfuré se divise en deux sous-espèces bien distinctes, le jaune et le rouge.

A. L'*arsenic sulfuré jaune*, connu sous le nom d'orpiment, est d'un beau jaune citron doré et brillant; sa texture est très-lamelleuse; il répand, en brûlant, une fumée blanche accompagnée d'une odeur d'ail et de soufre; il est tendre, se broie facilement à l'eau et à l'huile, et sa pesanteur varie entre trois et cinq fois autant que l'eau. Il est idio-électrique, et acquiert l'électricité résineuse par le frottement. Ce minéral se trouve très-rarement cristallisé; c'est presque toujours en masses lamelleuses et feuilletées qu'il se rencontre associé à d'autres minéraux. M. Thenard l'a trouvé composé de

Arsenic.	57
Soufre.	43
	100

D'autres savans chimistes ont trouvé des proportions différentes.

Le nom d'orpin ou d'orpiment provient évidemment, d'une part, de la belle couleur dorée de ce minéral, et de l'usage où l'on est de l'employer en peinture. M. Braconnot est parvenu à fixer cette couleur minérale et inaltérable, sur les tissus qui ne sont point susceptibles d'être savonnés, tels que les velours, les tapisseries, etc.

Cette substance est le plus ordinairement le produit de l'art; mais cependant on le trouve aussi dans la nature, sous la forme de masses feuilletées ou concrétionnées, soit dans les filons métalliques, soit dans les environs des cratères de plusieurs volcans brûlans ou seulement assoupis. On le cite dans les mines des environs de Wolfach en Souabe; dans celles de Transylvanie, de Hongrie, du Hartz, et surtout en Géorgie, en Valachie, dans l'Orient, au Mexique, à la Guadeloupe, etc. Nous avons vu dans la division *Médecine et art vétérinaire*, l'usage que les Chinois et les habitans de la Sibérie font de ce minéral dans le traitement des fièvres. (*Consultez la table.*)

B. L'*arsenic sulfuré rouge*, nommé vulgairement réalgar, est d'une teinte très-riche, qui participe du rouge écarlate et de l'orangé; quand il est pur, sa transparence est parfaite, et il ressemble assez à une belle gemme, ce qui lui a valu probablement le surnom de *rubine d'arsenic*.

Le réalgar se trouve plus souvent cristallisé que l'orpin; la forme de ses cristaux dérive de celle d'un prisme rhomboïdal oblique; sa cassure est largement ondulée, vitreuse et très-brillante.

Lorsqu'il est pulvérisé, il prend une nuance orangée, et perd entièrement sa teinte rouge. Il est composé, suivant M. Thenard,

D'arsenic.	75	100
Et de soufre.	25	

L'on peut attribuer à ces proportions différentes, la couleur opposée de ces deux sulfures, c'est-à-dire de l'orpiment et du réalgar; ce dernier est d'ailleurs beaucoup moins pesant que le précédent.

Le sulfure rouge d'arsenic se trouve dans les filons qui contiennent les autres minerais arsenicaux; il est associé à plusieurs autres substances minérales, telles que le plomb, le fer, le zinc sulfuré, etc. Les terrains volcaniques le recèlent souvent aussi. On cite un filon de réalgar, de près d'un pied d'épaisseur dans la *Bucowine*, entre la Gallicie et la Transylvanie; il est friable et terreux : on en cite un autre qui produit des masses assez volumineuses rouges et opaques près Kianfu, à cinq journées de Nankin à la Chine, où il accompagne un minerai d'étain. La soufrière de la Guadeloupe le produit aussi; enfin, il existe disséminé en petites quantités dans quelques roches primitives, entre autres dans la Dolomie, au Saint-Gothard. Ce minéral est employé dans la médecine à la Chine, comme nous l'avons vu pour l'orpiment. C'est particulièrement avec cette variété que l'on dispose le plomb à se granuler; dans le procédé de M. Akermann on met vingt livres de réalgar sur mille liv. de plomb. (*Voy.* art. *Plomb.*) Il entre dans la composition des vernis et des couleurs de la Chine, et c'est principalement à l'île de Ximo au Japon, que l'on trouve les stalactites

de réalgar, qui se prêtent à la sculpture des pagodes, des vases et des magots du pays. On assure que l'on s'en sert aussi à la Chine pour rendre les huiles siccatives et propres à la peinture.

L'oxide et les sulfures rouges et jaunes d'arsenic sont, la plupart du temps, des produits de l'art; car s'ils n'ont pas été fabriqués de toutes pièces, ils ont au moins été épurés par des sublimations répétées; et le métal pur, n'étant d'aucune utilité, est lui-même converti en oxide blanc.

C'est particulièrement dans l'*Erzgebirge* en Saxe, et surtout aux environs de *Geyer*, de *Schneeberg*, de *Hohenstein*, que l'on traite les minerais arsenicaux, pour en tirer, soit l'oxide blanc, soit les sulfures. Le produit de ces usines est estimé à environ 60 mille francs par an. Des établissemens du même genre existent en Russie dans le district de *Nertschinsk*, à *Jultak*, à *Tchalbutschinsky*.

Les fourneaux dans lesquels on grille les minéraux arsenicaux, sont terminés par des cheminées horizontales très-prolongées, plusieurs fois repliées sur elles-mêmes, construites d'abord en maçonnerie et prolongées en bois. Ces longs conduits dans lesquels l'oxide d'arsenic se condense sont garnis de portes, par lesquelles on en fait la récolte; il s'y dépose sous la forme d'une poussière blanche, nommée *farine empoisonnée*, par les ouvriers; et c'est ce premier oxide pulvéru-

lent que l'on sublime ensuite dans des vaisseaux clos ; savoir, seul pour obtenir l'arsenic blanc du commerce, et conjointement avec du soufre, pour fabriquer le réalgar et l'orpin. C'est ainsi que l'on utilise dans les grandes usines jusqu'aux moindres produits, qu'au lieu de laisser évaporer les fumées, on les force à déposer ce qu'elles pourraient emporter d'utile, que les émanations les plus dangereuses à respirer, sont forcées de tourner au profit des exploitans, et, par suite, à celui du bien public en général. Pour donner une idée de l'importance de ces fabrications dangereuses, il suffira de dire qu'en 1816, la quantité d'arsenic oxidé métallique ou sulfuré, importée en France, s'est élevée à soixante-cinq mille kilogrammes.

XIII. MINERAIS DE COBALT.

Parmi les différentes espèces de cobalt, deux seulement sont exploitées comme minerais; le *cobalt arsenical* et le *cobalt gris*. Le cobalt à l'état métallique n'est jusqu'à présent d'aucun usage ; on ne l'a préparé que par simple curiosité. Il n'existe point de procédé en grand pour le réduire à cet état ; et il n'est même connu que depuis 1733, époque où Brandt en publia la description dans les mémoires de l'académie d'Upsal. Ainsi les minerais de cobalt ne sont exploités et traités que pour en extraire la belle couleur bleue

qui se développe quand on la fond avec des verres alkalins.

Le cobalt natif ne s'est point encore rencontré dans la nature; et le métal que l'on a obtenu dans les laboratoires s'est trouvé d'un gris d'étain. Il a peu d'éclat, et encore se ternit-il à l'air en prenant une nuance violette. Il est très-dur, fragile, et son grain est fin et serré. Sa pesanteur est assez considérable; elle égale huit fois et demie celle de l'eau, c'est-à-dire environ cinq cent quatre-vingt quinze livres le pied cube.

On a trouvé que le cobalt est le plus réfractaire des métaux, après le platine et le fer, et qu'il jouit comme ce dernier de la propriété magnétique; à un tel point que Wensel fit des barreaux de cobalt qui attiraient d'autre cobalt. Il est plus que probable qu'ils se dirigeraient aussi dans le sens de la ligne nord et sud, sauf la déclinaison. On présume qu'il cristallise en cube par le refroidissement. Il viendra peut-être un jour où l'on utilisera ce métal qui présente, comme on le voit, des propriétés assez remarquables. Ses minerais les plus abondans sont donc :

I. COBALT ARSENICAL.

Ce minerai a la couleur et l'éclat de l'argent, sa surface se ternit quelquefois par le contact de l'air, et prend alors une légère teinte violette. Sa cassure est finement grenue. Exposé à la simple

flamme d'une bougie, il répand une fumée blanche, et une odeur d'ail qui est dûe à l'arsenic qu'il contient. A peine est-il plongé dans l'acide nitrique, qu'il y fait une vive effervescence; il colore le verre de borax en bleu. Sa pesanteur spécifique égale près de huit fois celle de l'eau, c'est-à-dire environ cinq cent quarante livres le pied cube. On le trouve assez souvent en cristaux très-nets qui ont la forme cubo-octaèdre, plus ou moins rapprochée de l'un ou de l'autre de ces solides. On connaît aussi le cobalt arsenical mamelonné, en masse; le cobalt arsenical tricoté qui est un alliage naturel d'argent, de cobalt et d'arsenic; enfin le *cobalt arsenical gris-noirâtre*, qui paraît contenir une plus forte dose d'arsenic, dont la pesanteur est moindre que celle du cobalt arsenical ordinaire, et qui paraît devoir former au moins une sous-espèce.

Le cobalt arsenical peut se confondre avec le fer arsenical et avec l'argent antimonial; il importe donc de rapprocher les caractères qui peuvent l'en faire distinguer.

1° Le cobalt arsenical colore le verre de borax en bleu; ce que ne font ni le fer arsenical ni l'argent antimonial.

2° Il fait une effervescence subite dans l'acide nitrique; tandis que le fer arsenical ne produit cet effet que d'une manière lente et tardive.

3° Enfin, l'argent antimonial a une texture la-

melleuse, et ne donne point d'odeur d'ail quand on l'expose à la chaleur; tandis que le minerai de cobalt a une texture grenue, et répand une odeur d'ail quand on le chauffe seulement à la flamme d'une bougie. On trouve le cobalt arsenical dans les terrains primitifs et dans les terrains moins anciens; mais il est cependant plus commun dans les premiers, que partout ailleurs. On l'exploite dans le granit, près de Wolfach, en Souabe; au Cornouailles; dans les roches micacées schisteuses de la Bohême, de la Saxe; d'Allemont, département de l'Isère, et dans le schiste marno-bitumineux de la Thuringe. Il est associé au nickel arsenical et oxidé, à presque tous les autres minerais de cobalt et d'argent, et il partage nécessairement leur gisement et leur gangue. Il arrive souvent que les échantillons qui renferment du cobalt sont couverts dans quelques places par de belles efflorescences couleur de fleurs de pêcher, qui en décèlent la présence d'une manière certaine. Les mines de Wolfach fournissent des échantillons de chaux cobaltifère, dont les couleurs roses sont d'une fraîcheur admirable.

2. COBALT GRIS.

Cette espèce ne diffère réellement de la précédente que par sa texture, qui est évidemment lamelleuse; tandis que celle du cobalt arsenical

est grenue. Sa couleur est le blanc d'argent un peu grisâtre ; il fait feu sous le briquet, et répand par le choc et la chaleur une forte odeur d'ail. Du reste, ses cristaux dérivent du cube comme ceux de l'espèce précédente, et ils passent par des modifications successives à l'octaèdre, au cubo-dodécaèdre, au dodécaèdre, à l'icosaèdre, etc. : tous solides qui se retrouvent aussi dans le fer sulfuré, qui possède également le cube pour noyau. Sa pesanteur égale 452 livres le pied cube ; et Klaproth, qui a fait l'analyse de ce minerai, y a reconnu :

Arsenic.	55,5
Cobalt	44,0
Soufre.	0,5
	100,0

Si les exploitans avaient quelque intérêt à distinguer le cobalt gris du cobalt arsenical, on reconnaîtrait le premier, 1° à la texture lamelleuse ; 2° à ce qu'il a besoin d'être plus fortement chauffé pour exhaler l'odeur d'ail ; 3° enfin, en ce que le cobalt gris pèse un cinquième de moins que le cobalt arsenical. Au reste, comme le cobalt gris est beaucoup plus souvent cristallisé que le minerai précédent, qu'il se fait remarquer par l'éclat, la netteté et le volume de ses cristaux, il est assez facile à reconnaître. M. Brochant le nomme *cobalt éclatant ;* mais

comme ces dénominations prises dans la couleur ou l'éclat ne sont véritablement que provisoires, et seulement pour ne rien préciser avant que le moment soit venu où ce minerai recevra son nom spécifique, j'ai continué à le nommer *cobalt gris*, quoique le surnom d'*éclatant* fût moins vague et beaucoup mieux choisi.

Le cobalt gris le plus renommé dans le commerce, est celui qui se trouve à *Tunaberg*, en Suède, sous la forme de cristaux, disséminés dans une chaux carbonatée laminaire qui renferme aussi du cuivre pyriteux, et qui est elle-même encaissée dans un talc schisteux. Ce filon, par ses étranglemens et ses renflemens successifs, est cité comme exemple de ce que l'on appelle *filons à chapelet*.

Après ces deux minerais de cobalt, qui sont les seuls que l'on puisse exploiter avec avantage, on peut citer les suivans, qui sont pour ainsi dire les complémens de leur gisement, mais qui sont rares et peu importans.

Le *cobalt oxidé* est tantôt noir ou bleuâtre, et quelquefois jaune de paille. Il se laisse polir par le frottement d'un corps dur et uni, devient gras et brillant, colore le borax en bleu lorsqu'on le fond avec lui, varie infiniment d'aspect et de contexture depuis la consistance terreuse, jusqu'à

celle d'une scorie vitreuse, etc. Il se trouve avec les espèces précédentes, et renferme souvent du fer et de l'arsenic.

Le *cobalt sulfuré* est un minerai très-rare qui ne s'est encore trouvé qu'à la mine de Saint-Gorans, en Suède, associé à du cuivre pyriteux. Il colore en bleu le verre de borax comme tous les minerais de cobalt; mais il diffère de tous ceux qui appartiennent à ce métal, en ce qu'il ne donne qu'une odeur de soufre, et nullement arsenicale. Il contient 14,4 de cuivre.

Le *cobalt arséniaté*. Les belles teintes de fleur de pêcher, passant quelquefois à celle de la lie de vin, étant particulières à ce minerai, ne permettent pas de le confondre avec aucun autre minéral. Il ne se trouve jamais en grandes masses; mais il est souvent disséminé en efflorescences, à la surface de plusieurs autres minerais de cobalt, d'arsenic, d'argent, etc. L'*argent merde-d'oie* de la vieille minéralogie, est un mélange de cobalt arséniaté, d'argent, d'arsenic, de mercure, de fer, d'eau et d'acide sulfurique. Ce singulier mélange se trouvait à la mine d'argent d'Allemont, près Grenoble. Quant au *cobalt sulfaté*, qui est rose et stalactiforme, il est purement accidentel, et ne s'est trouvé qu'une seule fois près Neusohl, en Hongrie.

Le cobalt métallique, avons-nous dit, n'est encore d'aucun usage dans les arts; mais les diffé-

rens minerais que l'on vient de décrire fournissent, d'une part, la plus forte partie de l'arsenic qui circule dans le commerce, et, de l'autre, le principe colorant qui produit tous les émaux et tous les verres bleus connus.

Le *safre* ou *saflor*, le *smalt*, l'*azur* ou *bleu d'émail*, sont les différens produits des minerais de cobalt, que nous devons examiner successivement.

Le *safre*. Après avoir trié, broyé, lavé et criblé le minerai de cobalt gris ou arsenical, on lui fait subir un grillage soigné dans un fourneau à réverbère, terminé par une longue cheminée horizontale en forme de galerie. Cette opération a pour but de volatiliser l'arsenic et le soufre contenus dans ces minerais, de réduire le cobalt à l'état de simple oxide, et de recueillir le soufre et l'arsenic qui vont se condenser dans ces longs couloirs dont on a déjà parlé en traitant des minerais arsenicaux proprement dits.

L'oxide gris qui provient de ce grillage, mélangé avec du sable siliceux, et broyé entre deux meules, est humecté et réduit en masses, que l'on expédie au loin, et qui est prêt à donner, par une addition de potasse, le verre bleu nommé *smalt;* mais cette matière grise n'est encore que du *safre*.

Pour convertir le *safre* en *smalt* ou *azur*, on y ajoute deux parties de potasse, c'est-à-dire à peu près autant que l'on a ajouté de sable à l'oxide,

de manière que ces trois principes sont à peu près en parties égales de volume. On fait fondre ce mélange dans des creusets; on enlève le verre à mesure qu'il se forme, au moyen d'une poche de fer; on le jette dans des baquets d'eau froide, et l'on remplit de nouveau les creusets, en continuant ainsi autant que l'on a de matière à fondre, et pendant tout le temps que le fourneau peut résister. Il reste ordinairement au fond des creusets un culot de cobalt oxidé, que l'on nomme *speis*.

Ce verre, qui est d'un bleu presque noir, et que l'eau froide a déjà brisé dans tous les sens, se divise naturellement en une espèce de gravier anguleux que l'on fait passer sous les meules d'un moulin, de manière à le réduire en poudre impalpable, que l'on obtient ensuite de différens degrés de finesse, par des lavages et des repos successifs, absolument de la même manière que l'on prépare les différens numéros de l'éméril (1). Cette poudre bleue est le *smalt* proprement dit, qui se distingue en plusieurs qualités par sa finesse ou la beauté de sa couleur.

Le *smalt* ou l'*azur* le plus fin, nommé *bleu royal* en Saxe, est employé dans l'apprêt des toiles, des batistes, des linons, des mousselines, des fils à coudre, etc., auxquels il communique cette légère teinte bleue, qui est plus agréable que le blanc mat.

(1) Lehmann, Histoire du cobalt.

La même qualité sert dans les papeteries à rehausser le blanc des papiers à écrire, et à colorer certaines espèces de papiers destinés à l'enveloppe de plusieurs marchandises, entre autres, à *bouter* les épingles, etc. Le papier bleu de pâte doit sa couleur au chiffon bleu, de même que le papier rose.

Le smalt de seconde qualité est employé à Paris pour la préparation de l'empois bleu, qui sert aussi à mettre le linge au degré de blancheur le plus agréable.

Enfin, le smalt le plus grossier s'emploie par les confiseurs pour les décorations des plateaux, par les peintres en bâtimens, pour l'exécution des fonds sablés sur lesquels ils tracent des lettres ou des ornemens dorés.

Tous les verres bleus sont colorés par l'oxide de cobalt : on connaît les belles teintes de certains vitraux gothiques, celles des carafes à fleurs, etc.

Les fonds bleus-célestes de la porcelaine dure, sur lesquels on place ordinairement des figures ou des ornemens en relief, exécutés en pâte blanche, sont colorés par de l'oxide de cobalt bien purifié et fondu avec du felspath et un peu de potasse (Brongniart); enfin, tous les émaux et tous les ornemens bleus des faïences communes sont également dus à ce principe colorant, qui résiste à l'influence de l'air et de tous les météores.

Les anciens ont connu la propriété de l'oxide de cobalt, car nous retrouvons dans les mosaïques romaines des cubes d'émail évidemment colorés en bleu par cette substance; et l'on voit encore parmi les peintures dont les momies d'Égypte sont ornées, des places bleues dont on peut détacher un smalt qui est parfaitement pareil à celui qui sort de nos fabriques actuelles. Ce smalt antique n'est point dû au cuivre; j'en ai détaché moi-même de l'enveloppe d'une momie, et je me suis assuré de sa nature par des essais; d'ailleurs, excepté le carbonate de cuivre, qui est souvent bleu, tous les verres colorés par ce métal sont verts. Il paraîtrait que ce procédé se serait perdu, et qu'on ne l'aurait retrouvé qu'au seizième siècle; car M. Klaproth assure que ce fut, à cette époque, un nommé *Schuerer*, fabricant de verre, qui eut l'idée de mêler du cobalt avec la masse à vitrifier, et que son verre ayant acquis une belle couleur bleue, sa découverte se répandit d'abord à Nuremberg, et ensuite en Hollande, où l'on construisit les moulins propres à moudre le *smalt*. L'examen des vitraux antérieurs à cette époque, suffirait pour prouver l'exactitude de cette assertion. Le *leao* des Chinois est une substance que l'on présume être une préparation de cobalt; elle leur sert à colorer leur porcelaine en bleu.

Le smalt, aussi finement broyé qu'on peut le supposer, ne pouvait point être admis sur la pa-

lette des peintres, puisque cette substance, par sa nature vitreuse, se refuse absolument à se délayer dans l'huile ; aussi, lorsqu'on s'en est servi dans les fresques, ce n'a été qu'en le fixant au moyen d'une colle ou d'un mucilage. On pouvait donc regretter qu'une couleur aussi belle, aussi durable et aussi abondante, ne pût rivaliser, sur la toile, avec l'outremer, dont le prix est excessif. M. Thénard, en découvrant le moyen d'obtenir du cobalt, un bleu d'une beauté égale au plus brillant outremer, et susceptible, comme lui, de se broyer à l'huile et à la gomme, a donc rendu un grand service à la peinture, et son nom, si justement célèbre en chimie, se rattachera désormais aussi aux belles productions de cet art divin. Le *bleu de Thénard* est un phosphate de cobalt et d'alumine (1).

L'une des plus jolies encres sympathiques est celle que l'on prépare avec l'oxide de cobalt (safre) dissous dans de l'acide nitro-muriatique. Les caractères tracés sur le papier avec cette dissolution disparaissent entièrement en séchant, et reparaissent colorés en vert tendre, quand on vient à chauffer légèrement le papier en le présentant de loin au feu. L'expérience peut se répéter nombre de fois, si l'on n'approche point de trop près ; et à chaque épreuve, les caractères s'effacent complétement pour reparaître ensuite.

(1) Voyez *Journal des mines*, t. XV, p. 128.

Les principales mines d'où l'on extrait les minerais de cobalt, et les usines où l'on prépare le safre et le smalt sont situées en Allemagne et particulièrement en Saxe. MM. de Villefosse et de Bonnard citent les suivantes comme étant les plus importantes.

En *Saxe*, on exploite les minerais de cobalt dans les filons argentifères de Schneeberg, d'Annaberg, d'Oberwiesenthal et de Geyer.

La quantité des minerais qui sortent de ces mines s'élève, année commune, à huit mille deux cents quintaux; d'où il résulte, par approximation, vingt mille quintaux de safre et de smalt, estimés à 64 francs le quintal.

C'est particulièrement dans les usines des environs de Schneeberg que se prépare cette énorme quantité d'azur. Le prix des marchandises qui en proviennent est aussi variable que la proportion du sable siliceux qu'on peut ajouter aux divers minerais de cobalt que l'on y traite. On estime que, dans les travaux en grand, la plus forte addition de sable pur qui puisse avoir lieu sans que le smalt en perde son éclat, n'excède pas, en général, trois parties de silice contre une de minerai. La différence de prix entre le smalt de première qualité et celui qui est le plus grossier se trouve énorme.

Ainsi, d'après M. de Villefosse,

Le smalt de première qualité, azur ou bleu

royal, valait, en 1805, 184 fr. 30 c. le quintal.

Le même bleu royal, de 6e qualité . . . . . 71 fr. 18 c.

Le smalt, en poudre fine nommée *eschel*, valait, à la même époque, 1re qualité. . . . . 170 fr. 72 c.

La 5e et dernière qualité. . . . . 79 fr. 54 c.

Le safre y variait aussi de 132 francs à 68 fr. le quintal.

Les minerais sont livrés aux usines à un prix très-inférieur à celui du smalt qui en résulte. En 1807, le prix moyen était de 48 francs le quintal; en sorte que la valeur du minerai se trouve triplée par sa conversion en smalt même de qualité inférieure (1). D'après M. Hassel, la Saxe exporte annuellement pour 1,160,000 francs de ces beaux produits.

En Bohème, le cercle de *Satz* offre des exploitations de cobalt, et il s'y trouve huit usines où l'on fabrique du smalt. Elles sont alimentées par les minerais de Joachimsthal et des environs, ainsi que par ceux que l'on exporte en contrebande du royaume de Saxe.

Au Hartz, à *Andreasberg*, à *Braunlage* et à *Hasserode*, il existe des manufactures de smalt,

(1) Héron de Villefosse, *Richesse minérale*, t. 1, p. 367.

qui sont alimentées par les mines de la rive droite du Rhin, et qui versent leurs produits, estimés à huit cents quintaux, dans les diverses parties du royaume de Prusse.

En *Hesse*, il existe une fabrique importante d'azur à *Schwarzenfels*. Elle renferme deux fours à huit pots chacun et fabrique annuellement 6 à 7 mille quintaux de produits. Les minerais de *Riegelsdorf* et de *Bieber* l'alimentent; ils ont la propriété de supporter une grande dose de sable, sans que la couleur en soit affaiblie. Les produits de cette usine joints à ceux de Carlshaven, sont vendus à Francfort, d'où on les expédie en Turquie, où le smalt est très-employé dans la décoration des mosquées.

Le FURSTEMBERG, en Souabe, possède une fabrique de smalt, située près du *Wolfach*, et alimentée par les minerais cobaltifères des mines de Wittichen; ses produits s'élèvent annuellement à trois mille quintaux.

En SUÈDE, le cobalt n'est exploité que depuis vingt ou trente ans, principalement à Tunaberg et à Alwed. Le minerai qui en provient jouit d'une grande réputation, est regardé comme le plus pur, mais n'est pas abondant: on en exporte beaucoup en nature.

En NORWÈGE, on cite les exploitations de *Modum* et de *Fossum*.

La FRANCE enfin n'est point dépourvue de mi-

nerais de cobalt ; l'on en a même exploité pendant plusieurs années dans les Pyrénées. Il a existé une fabrique d'azur à Bagnères-de-Luchon, qui était alimentée non-seulement par les minerais des Pyrénées françaises, mais par ceux des Pyrénées espagnoles. Nous en possédons aussi plusieurs filons dans les Vosges, et il serait d'autant plus important que l'on se déterminât à exploiter ces gîtes connus, et qu'on s'attachât à en découvrir de nouveaux, que nos manufactures exigent une importation annuelle de cent quarante à cent cinquante mille kilogrammes de safre ou de smalt, et que cette seule couleur fait sortir de la France plus de 200,000 francs par an, en ne portant la valeur du quintal qu'à 70 francs seulement. On ne cite aucune exploitation de cobalt en Angleterre ; et l'on remarque que c'est l'Europe qui produit tout le smalt qui est employé en Asie. On ignore absolument quelle était la contrée qui fournissait l'azur dont les Egyptiens se servaient ; mais si les Phéniciens, qui étaient voyageurs et instruits en métallurgie, commerçaient avec ce grand peuple, il est probable qu'ils le recevaient d'eux tout préparé.

XIV. MINERAIS DE MANGANÈSE.

Les minerais de manganèse ne sont point exploités pour en extraire le métal qu'ils contiennent, et qui n'est absolument d'aucun usage. On les emploie tels qu'ils sortent du sein de la terre, après leur avoir fait subir de légères préparations mécaniques : ce sont toujours des oxides.

C'est particulièrement dans les verreries qui fabriquent la gobeleterie et les feuilles destinées au vitrage des maisons, que le manganèse est employé pour neutraliser les matières colorantes qui pourraient nuire à sa blancheur; mais si l'on en faisait excès, il communiquerait une couleur violette au verre. Il arrive quelquefois même qu'on en met à dessein une dose suffisante pour colorer des carafes à fleurs, ou pour imiter la pierre précieuse qui est connue sous le nom d'améthyste. Il sert aussi à colorer et à peindre en violet et en noir les poteries communes, les terres dites de pipe, et la porcelaine. Les différentes variétés de minerais de manganèse ont toutes cette propriété, de colorer les verres et les émaux en violet : c'est même leur caractère le plus saillant; car, excepté le manganèse métalloïde et le manganèse terreux, qui sont assez faciles à reconnaître à l'œil, les autres peuvent très-aisément se confondre avec plusieurs minerais de

fer hydraté. (*Voyez* leur description, et les lieux qui les fournissent, article *Verrerie.*)

Outre ce premier emploi du manganèse oxidé, il en existe plusieurs autres qui ne sont pas moins importans. Par exemple, c'est avec lui que l'on prépare le gaz désinfectant de Guiton-Morveau, que l'on fabrique l'acide muriatique oxigéné (chlorique) qui sert au blanchîment accéléré des fils, des tissus, de la cire, de la pâte des papiers, etc., ainsi qu'au nettoiement des estampes et des livres précieux. (Consultez la table et l'article *sel*, avec lequel on mêle le manganèse pour obtenir l'acide muriatique oxygéné.) Outre le manganèse oxidé, qui est très-commun dans la nature, et qui se trouve dans presque tous les terrains, les minéralogistes connaissent aussi le manganèse natif, le manganèse carbonaté, le manganèse muriaté, le manganèse phosphaté, le manganèse rose et le manganèse sulfuré : toutes espèces rares, mal connues pour la plupart, et qui ne sont douées d'aucunes propriétés particulières.

XV. MINERAIS DE CHRÔME.

Le chrôme est encore un métal colorant comme le cobalt et le manganèse ; on en doit la découverte au savant Vauquelin, qui prouva successivement que le beau plomb orangé de Bérézof, le rubis spinelle de Ceylan, et l'émeraude du

Pérou, étaient colorés par l'acide de ce métal, qui est rouge, et par son oxide, qui est vert. Depuis cette belle découverte, l'on a trouvé l'oxide de chrôme dans plusieurs minerais assez abondans, pour qu'on ait pu l'extraire et en faire un nouvel hommage à la peinture sur toile et sur émail. Parmi ces minerais, nous citerons :

1. LE CHRÔME FERRIFÈRE,

Plus connu sous le nom de fer chromaté.

Il se trouve en masses informes, d'un brun noirâtre, tirant sur le gris de fer. Sa cassure est inégale, raboteuse, quelquefois lamelleuse ; sa poussière est grisâtre, et dépolit le verre. Ce minéral n'agit point sur le barreau aimanté, est complétement infusible sans addition de fondant, mais il colore le verre de borax en vert ; et c'est réellement là son caractère essentiel. Il pèse deux cent quatre-vingts livres le pied cube.

Plusieurs variétés de ce minerai ont donné à MM. Vauquelin, Laugier et Lowitz, qui les ont analysées, quarante-trois à cinquante-trois pour cent d'acide chrômique, qui est le principe colorant.

L'on doit la première découverte de ce minerai à M. Pontier, qui en a reconnu, vers 1799, un gîte abondant à la Bastide de la Carrade, près Gassin, département du Var, et c'est de là que

l'on tire tout celui qui est employé en France pour la fabrication de l'oxide de chrôme. Il alterne en lits avec la serpentine. Ce même minerai a été retrouvé depuis en Sibérie, près des mines de *Polukof*, dans les monts Ourals; il y est accompagné de talc schisteux, et présente à sa surface quelques taches vertes. A Krieglach, en Styrie, il est entremêlé de talc lamellaire nacré, et coloré en rose violâtre; à Baltimore, dans l'état de Maryland, il est encore associé au talc; mais son aspect métalloïde l'éloigne un peu de celui des autres localités.

2. LE CHRÔME OXIDÉ SILICIFÈRE.

Ce minerai fut découvert, en 1809, par feu Lechevin, inspecteur des poudres et salpêtres à Dijon, et fort bon minéralogiste. Il existe, entre la petite ville de Couches et l'établissement de Creusot, département de Saône-et-Loire, des grès psammites rougeâtres composés de tous les élémens du granit, et formant des monticules arrondis, déchirés par de profonds ravins, et traversés dans tous les sens par des veines de quarz hyalin ou calcédonieux; c'est au milieu même de ce grès granitoïde qu'il existe des veines d'oxide de chrôme du plus beau vert, qui se croisent dans tous les sens. Le minerai le plus riche, le plus chargé en couleur, est pulvérulent, et ne forme que des veinules, dont les plus

épaisses ont à peine un pouce d'épaisseur, et il passe, en se durcissant, à l'état de quarz, simplement coloré en vert : ce sont ces échantillons que le soc des charrues détache, qui résistent à l'action de l'air, de la pluie, et que l'on trouve errans à la surface du terrain, sur le bord des chemins, dans les ravins, etc. Le monticule où ce minerai se montre avec le plus d'abondance, est terminé par le hameau du Couchet. J'ai fait extraire une assez grande quantité de ce minerai en 1810, et je crois qu'il ne serait pas impossible de l'exploiter avec bénéfice, quoique les filons n'aient absolument aucune régularité, et qu'ils soient généralement fort minces. Ce minerai a été traité en partie à Paris, pour en extraire l'oxide de chrôme; et en partie à Genève, pour colorer des verres et des émaux en vert dans la fabrique de MM. Dumas et Raisin. Il rend quelquefois dix pour cent d'oxide, mais souvent beaucoup moins.

Depuis la découverte de Lechevin, l'on a trouvé des minerais analogues à celui de Bourgogne, en Tyrol; on a reconnu que la diallage, et plusieurs serpentines vertes lui doivent leur belle couleur, et que plusieurs pourraient être traités comme de vrais minerais de chrôme.

Le chrôme métallique s'obtient très-difficilement dans les laboratoires, et n'est d'aucune utilité dans les arts; mais les différens minerais

que je viens de citer, fournissent non-seulement une couleur verte d'une teinte extrêmement riche, quoiqu'un peu sombre, qui résiste parfaitement au feu, et qui est propre à la peinture à l'huile, ainsi qu'à colorer la porcelaine, mais on en prépare aussi un jaune de plomb du plus grand éclat. Ces deux couleurs ne sont connues que depuis vingt ans.

Ici se termine l'énumération des minerais utiles. Un jour viendra sans doute où cette histoire cessera d'être complète, et où l'on verra figurer à la suite de ces quinze métaux précieux par eux-mêmes ou par leurs oxides les minerais de

Scheelin ou tungsthène,
De nickel,
De tellure,
De molybdène,
D'urane,
De titane,
De colombium ou tantale,

Et peut-être même :

Le palladium,
Le rhodium,
L'iridium,

L'osmium,
et le cérium,

Qui, joints à

L'or,
L'argent,
Le fer,
Le cuivre,
Le mercure,
Le plomb,
L'étain,
Le zinc,
Le bismuth,
L'antimoine,
L'arsenic,
Le cobalt,
Le platine,
Le manganèse,
et le chrôme,

forment la liste des vingt-sept métaux connus jusqu'à ce jour, dont douze ne sont point encore utilisés.

FIN DU TOME PREMIER.

EXPLICATION

DES PLANCHES.

PLANCHE I.

FABRICATION DES BUCHES ET DES BRIQUETTES DE CHARBON DE TERRE.

La grande quantité de houille ou charbon de terre, qui s'égrène pendant l'exploitation et durant les transports, a fait songer depuis bien long-temps aux moyens de coaguler cette poussière de nouveau, en la pétrissant avec une légère dose de terre glaise, et moulant cette espèce de pâte grossière dans des formes où on la tasse avec force, de manière à en composer des espèces de pains ou de mottes qui deviennent très-solides en séchant.

Les briquettes présentent quelques avantages sur le charbon pur : 1° elles contiennent une si petite dose d'argile, que la quantité de la cendre ou du résidu en est très-peu augmentée ; mais cette faible proportion de terre paraît absorber une partie de l'odeur sulfureuse qui se dégage presque toujours même des meilleurs charbons ; car on a remarqué que les briquettes donnent moins d'odeur que le charbon en morceaux.

2° La forme régulière des briquettes, qui est plate et ovale, permet de disposer le feu de manière à ce qu'il présente un foyer rassemblé sous l'objet auquel on le destine.

3° Les briquettes étant toutes égales, ont le très-grand avantage de permettre d'en régulariser la dépense ; c'est-à-dire,

que l'on peut être certain de ne point en brûler plus un jour que l'autre, et que l'on peut en faire usage conjointement avec le bois, sans rien changer aux cheminées ordinaires.

4° Enfin, on peut, ainsi que le pratique M. l'Heullier, combiner plusieurs qualités de houille ensemble; par exemple :

Deux tiers de houille d'Anzin quibrûle avec flamme et en se collant ;

Un tiers de houille de Fresnes qui est sèche et durable.

Le tout passé à la claie moyenne, et humecté avec de l'eau troublée par de l'argile grasse, dont on estime la proportion à un vingtième de la masse combustible (1).

L'invention des briquettes et des boulets est fort ancienne ; celle des bûches ne date que de dix ans au plus ; mais on s'en est tellement bien trouvé à Paris, où le bois est fort cher, qu'il s'en fait maintenant une très-grande consommation.

Ces bûches se composent dans les chantiers de M. l'Heullier, avec deux tiers de charbon de frêne, et un tiers seulement de charbon d'Anzin ; attendu qu'il ne faut point que ces bûches factices flambent, mais qu'elles se carbonisent lentement.

La planche première présente les différens modèles des bûches carrées ou semi-cylindriques; les briquettes faites et emmagasinées sur des étagères, la fosse dans laquelle l'ouvrier se place pour les mouler, le panier en usage à Paris pour charger et mesurer le menu charbon (gaillette), les tonneaux, seaux, pelles, etc., employés dans les chantiers pour délayer la terre glaise et pour manipuler la poussière que l'on destine à la fabrication des bûches et des briquettes, etc.

(1) On se sert à Paris de la terre glaise qui a servi aux raffineurs en sucre.

PLANCHE II.

MOULES DES BUCHES ET DES BRIQUETTES.

FIG. 1. Grand moule de bois doublé de cuivre, servant à la fabrication des bûches carrées.

FIG. 2 et 3. Moule demi-rond en fer battu, garni de ses anses, servant au moulage des petites bûches semi-cylindriques.

FIG. 4. Batte de fer à manche droit, servant à tasser la pâte des bûches dans les moules; elle pèse environ quinze livres.

FIG. 5. Moule en cuivre ovale, et plus large dans sa partie inférieure que dans la partie opposée, afin que les briquettes puissent en sortir aisément. L'on fait aussi des moules de fer; mais étant susceptibles de se rouiller, on doit leur préférer ceux de cuivre ou de potin.

FIG. 6. Batte à manche courbé, dont on peut se servir avec une seule main pour la fabrication des briquettes.

Ainsi, cette planche, jointe à la précédente, qui donne l'idée de l'ensemble d'un atelier, complète ce qu'il est nécessaire de savoir pour la fabrication des bûches et des briquettes de houille.

PLANCHE III.

FORMES CRISTALLINES DOMINANTES DES MINÉRAUX USUELS.

La série des formes cristallines que cette planche représente, est choisie parmi les cristaux les plus simples des minéraux usuels. Quelques-unes de ces formes appartiennent en commun à plusieurs de ces substances utiles, ou peuvent leur être facilement rapportées en en modifiant légèrement la figure par la pensée.

On sait que les cristaux se rencontrent rarement dans la nature; mais toutes les fois qu'ils se présentent, ils appartien-

nent toujours à la partie la plus pure et la plus homogène du minéral; en sorte qu'ils sont propres à lever un doute, à décider la nature d'une substance qui s'offre sous un nouvel aspect, etc.

FIG. 1. TETRAÈDRE RÉGULIER. Ce solide, le plus simple de tous, puisqu'il est terminé par quatre plans, est la forme du *cuivre gris* et du *cuivre pyriteux*. Souvent ses angles solides sont abattus et remplacés par une ou plusieurs facettes.

FIG. 2. OCTAÈDRE RÉGULIER. Ce solide, terminé par huit plans triangulaires équilatéraux, est la forme ordinaire de l'*ammoniaque* cristallisée, de l'*alun*, de la *chaux fluatée*, ou *spath fluor*, du *rubis spinelle*, du *diamant* dit *en pointes naïves*, du minerai de *cobalt gris*, du *fer oxidulé*, du *plomb sulfuré galène*, du *cuivre métallique* ou *natif*, du *cuivre oxidulé*, de l'*argent métallique* ou *natif*, de l'*argent sulfuré* et de l'*or natif* ou *métallique*, etc. Souvent les cristaux octaèdres sont allongés dans un sens de manière à ce qu'ils sont terminés par une arête, au lieu de l'être par une pointe ou angle solide. Les minéralogistes les nomment alors *octaèdres cunéiformes*.

FIG. 3. OCTAÈDRE OBTUS. C'est une des formes du cuivre arseniaté qui abonde en Angleterre.

FIG. 4. OCTAÈDRE ALLONGÉ. C'est la forme dominante des cristaux de soufre naturel. Souvent ses deux extrémités sont surchargées de quatre facettes additionnelles qui les rendent moins aigües.

FIG. 5. CUBE. Cette forme, familière à tout le monde, est celle d'une foule de substances minérales, telles que la *soude muriatée*, *sel de cuisine*, de la *chaux fluatée* ou *spath fluor*, du *cobalt gris*, du *fer sulfuré* ou *pyrite martiale*, du *plomb sulfuré ou galène*, du *cuivre natif*, de l'*argent natif*.

FIG. 6. PRISME QUADRANGULAIRE. Plusieurs minéraux affectent cette forme en cristallisant; mais elle est ordinairement surchargée de facettes additionnelles qui abattent les

arêtes ou les angles, et qui donnent souvent naissance à des pyramides à deux ou à quatre faces plus ou moins surbaissées, ou à des prismes cannelés; tels sont la *chaux sulfatée* ou *pierre à plâtre*, la *magnésie sulfatée* ou *sel d'Epsum*, l'*antimoine sulfuré*, le *zinc sulfaté* ou *vitriol de Goslar*, le *fer arsenical*, *etc.* Je ferai remarquer aussi que la base de ces prismes n'est pas toujours carrée, mais qu'elle est souvent oblique ou rhomboïdale.

FIG. 7. PARALLÉLIPIPÈDE OBLIQUANGLE. Cette forme est commune au felspath et au *sulfate de cuivre*, ou vitriol bleu. On se rappelle que le felspath est la substance lamelleuse qui forme les taches carrées du porphyre.

FIG. 8. RHOMBOÏDE OBTUS. Cette forme sert de noyau à toutes les variétés de *chaux carbonatée*, cristallisées ou laminaires, *spath calcaire*; mais elle n'est caractéristique ou apparente que dans la cassure de ces variétés spathiques. Il en est à peu près de même à l'égard du *fer carbonaté*, auquel ce solide sert également de noyau.

FIG. 9. PRISME HÉXAÈDRE BASE. Ce solide sert encore de forme à plusieurs minéraux usuels du plus grand intérêt, savoir : à l'*émeraude*, aux *saphirs blancs*, *rouges*, *jaunes* ou *bleus*, au *mica*, au *plomb phosphaté*, au *cuivre sulfuré*, au *mercure sulfuré*, à l'*argent rouge*, etc.

FIG. 10. PRISME HEXAÈDRE PYRAMIDÉ. Cette forme est celle du quarz cristal de roche. Souvent l'une des extrémités n'est point visible; d'autres fois, l'une des faces de la pyramide a pris un tel accroissement, sans cependant changer d'incidence, que les cristaux sont terminés en bec de flûte. Le nitre affecte aussi cette figure; mais dans ce sel, les pyramides sont beaucoup plus surbaissées. Le plomb carbonaté est à peu près dans le même cas.

FIG. 11. PRISME HEXAÈDRE, dont les bords alternatifs sont remplacés par une facette. C'est la figure des gros cristaux de borax du Thibet.

FIG. 12. PRISME A QUATRE PANS, terminé par deux pyramides, dont chaque face repose sur un des angles du prisme; c'est l'une des formes les plus ordinaires de la hyacinthe ou zircon.

FIG. 13. DODÉCAÈDRE A PLANS RHOMBES. Ce solide à douze faces est la forme du *grenat*, du *zinc sulfuré* et de plusieurs autres minéraux moins connus.

FIG. 14. DODÉCAÈDRE A PANS PENTAGONES. Ce solide, qui a douze faces, comme le précédent, se rencontre dans les cristaux de *grenat de fer sulfuré*, *pyrites martiales*, de *plomb sulfuré*, de *cuivre oxidulé*, de l'*or natif*, *etc.*

FIG. 15. DODÉCAÈDRE BIPYRAMIDAL. Ce solide à douze faces est composé de deux pyramides hexaèdres opposées base à base. C'est la forme de certains cristaux de *quarz*, de *saphir*, de *fer oligiste*, du *plomb phosphaté*, de l'*argent rouge*; dans plusieurs de ces minéraux, le dodécaèdre est beaucoup plus allongé que celui qui est ici figuré.

FIG. 16. PRISME A QUATRE PANS, terminé par des sommets culminans. C'est l'une des formes les plus ordinaires de la magnésie sulfatée (*sel d'Epsum*).

FIG. 17. DEUX PRISMES CARRÉS PYRAMIDÉS ET MACLÉS. C'est la forme la plus commune du minerai d'étain oxidé.

Les angles rentrans que l'on remarque sur ces cristaux contribuent singulièrement à faire reconnaître ce minéral.

FIG. 18. PRISME A HUIT PANS, terminé par des pyramides plus ou moins compliquées, mais toujours surbaissées; c'est la forme la plus ordinaire de la topaze. Il est extrêmement rare de trouver des cristaux complets; mais quand cela arrive, l'une des pyramides est toujours beaucoup plus simple que l'autre. Cette remarque est constante dans les minéraux qui sont, comme la topaze électriques, par la chaleur; de plus, les prismes de topaze sont ordinairement couverts de stries profondes, ce qui les fait paraître cannelés.

Je n'ajouterai point, parce que je l'ai dit ailleurs, que les angles formés par les facettes analogues ou congenères, sont toujours les mêmes dans tous les cristaux de la même substance, c'est-à-dire, par exemple, que les faces de la pyramide des cristaux de quarz font toujours le même angle avec les pans du prisme sur lesquels elles reposent.

PLANCHE IV.

ESSAIS DES MINÉRAUX.

Cette planche représente les instrumens que l'on emploie journellement pour essayer les minéraux, et pour parvenir à les connaître.

FIG. 1. LE CHALUMEAU. C'est un tube de cuivre recourbé, garni d'un bout d'ivoire A, et terminé en B par une extréminé mobile percée d'un très-petit trou. Cet instrument, qui diffère peu de celui dont les bijoutiers se servent pour souder, sert aux minéralogistes à essayer la fusion de certaines pierres ou sels, et à réduire les minerais en un bouton métallique C dans le creux d'un charbon; le chalumeau, la bougie et le charbon sont à peu près disposés comme on le voit fig. 2.

FIG. 3. CUILLÈRE DE PLATINE. Ce petit instrument sert aussi à la fusion des minéraux quand il s'agit surtout de colorer le verre de borax par un oxide quelconque.

FIG. 4. PINCE D'ACIER, terminée en A A par deux petites lames de platine. Elle sert à saisir les fragmens infiniment petits que l'on expose au jet de la flamme, pour connaître la manière dont ils se comportent au feu.

FIG. 5. CREUSETS DE HESSE, fabriqués à Grossalmerode, dont cinq, s'emboîtant les uns dans les autres, forment une *mise*. Ils servent à essayer la richesse des minerais; on les recouvre avec un tuileau également réfractaire.

FIG. 6. COUPELLE. Petit vase fabriqué avec des os calcinés

et pulvérisés, servant à déterminer la quantité d'argent contenu dans le plomb, le cuivre, etc.; après la coupellation, qui se fait sous un moufle, l'argent reste collé au fond de la coupelle, sous la forme d'un bouton A plus ou moins gros.

FIG. 7. ELECTROMÈTRE. Ce petit instrument n'est autre chose qu'une aiguille de cuivre terminée par une boule à chaque extrémité, et reposant par son centre sur un pivot très-pointu. L'on place tout l'appareil sur une rondelle de verre ou de résine A, et il sert à déterminer les pierres qui s'électrisent par la chaleur, effet qui se manifeste par des répulsions et des attractions sur cette petite aiguille mobile.

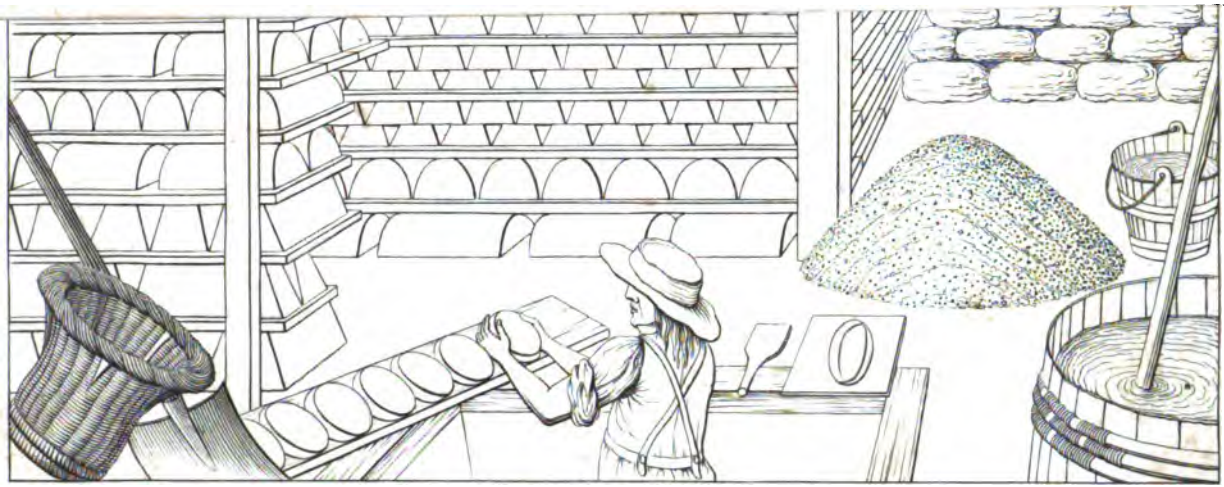
FIG. 8. Cet électromètre n'est autre chose qu'un bâton de cire à cacheter, à l'extrémité duquel on a fixé un fil. Il sert absolument au même usage que le précédent, et a l'avantage de pouvoir s'exécuter partout et en tout temps.

FIG. 9. Elle représente la manière dont la flamme d'une bougie se voit à travers les substances qui ont la réfraction double; l'image la plus éloignée est toujours beaucoup plus faible que celle qui est en avant.

FIG. 10. C'est ainsi que l'on aperçoit une épingle à travers les pierres précieuses qui ont la double réfraction. Très-rarement, et peut-être même jamais, les deux images sont complétement séparées; mais celle qui est la plus éloignée se trouve toujours, comme dans l'exemple précédent, plus faible et plus irisée que celle qui est en avant.

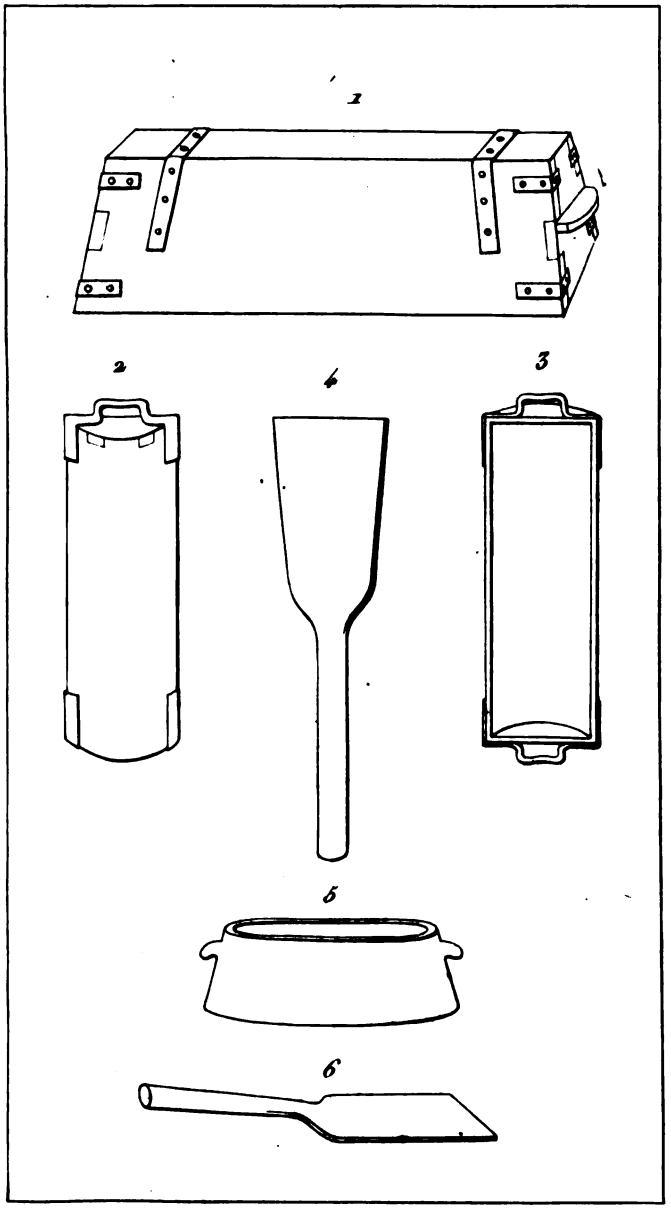
L'on a figuré ces deux manières d'observer ce caractère, afin de fixer les idées sur ce que l'on entend par double réfraction, et que l'on ne puisse pas croire qu'il faut, pour que le caractère existe, que les deux images soient entièrement séparées et distinctes.

La nouvelle balance hydrostatique destinée à faire connaître la pesanteur spécifique des corps, est figurée dans le troisième volume de cet ouvrage.

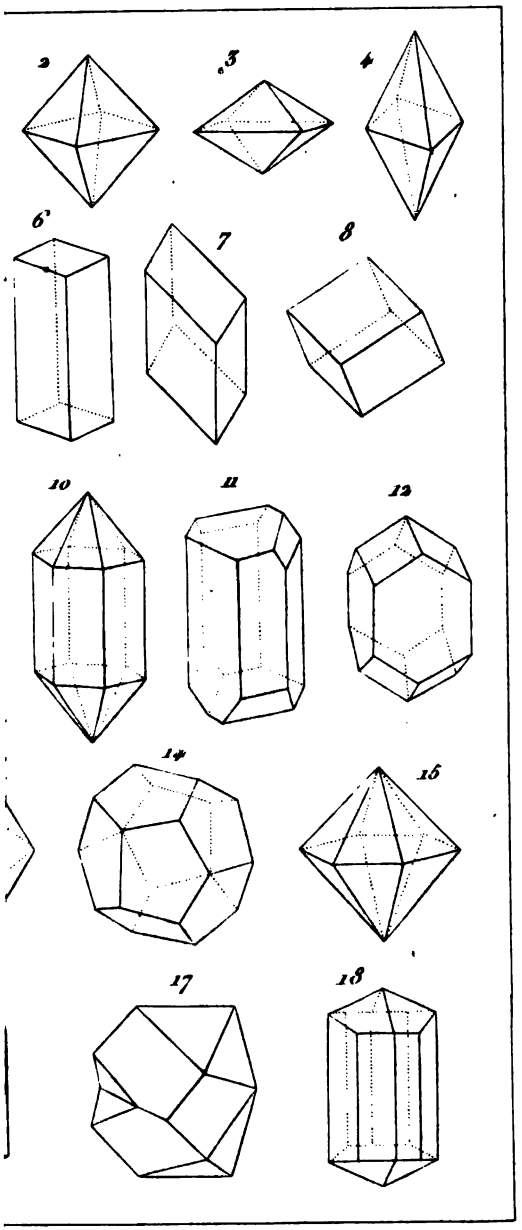


Pl. I.

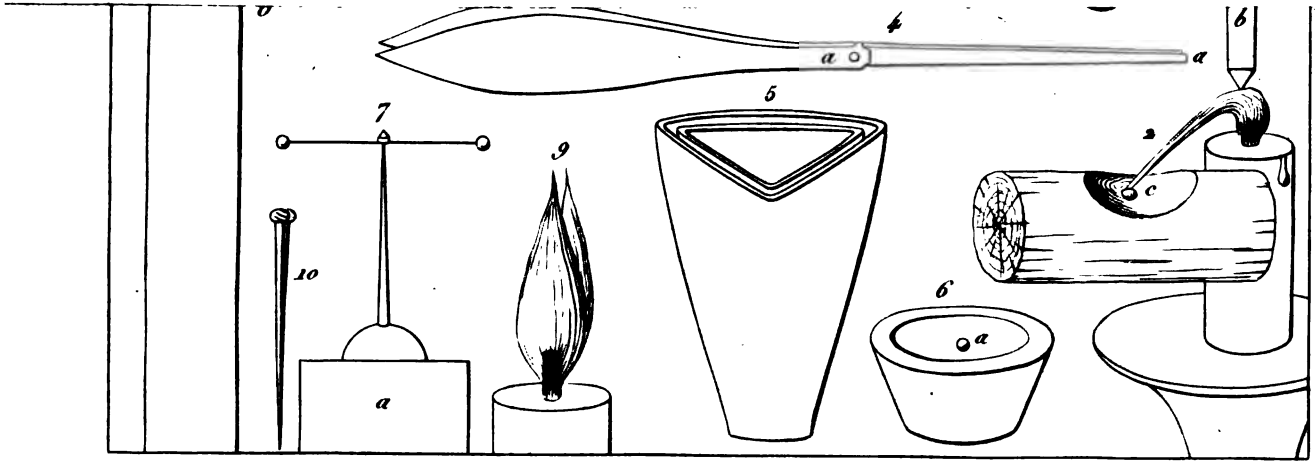
Fabrication des Buches et des Briquettes de Houille.,
Ateliers de Paris.



Moules des Buches et Briquettes de Houille.
Ateliers de Paris.



allines Dominantes des Minéraux Usuels.



Essais des Minéraux et des Minerais.

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06578 8898

A 51